



Um Lackschichten im laufenden Betrieb zu prüfen, werden diese mit einer Blitzlampe kurzzeitig erwärmt. Aus dem daraus resultierenden Temperaturverlauf können Rückschlüsse auf die Dicke und Materialeigenschaften der Beschichtung gezogen werden.



Das neue Messverfahren kann auch bei Bauteilen mit komplizierter Geometrie oder auf Innenflächen angewendet werden

Bild: Dörken

# Schichtdickenmessung in „Echtzeit“

## Neues Verfahren ermöglicht Prüfung im laufenden Beschichtungsprozess

Die berührungslose und zerstörungsfreie Dickenmessung von Lackschichten während der Applikation war lange Zeit nur eine Wunschvorstellung. Zwei Wissenschaftler aus der Schweiz haben hierfür ein Gerät entwickelt, dessen hohe Messgenauigkeit sich insbesondere bei der Prüfung dünner Zinklamellenschichten als vorteilhaft erweist.

Durch eine kontinuierliche Kontrolle von Beschichtungsprozessen kann nicht nur das Beschichtungsergebnis optimiert werden, es lassen sich auch Materialien einsparen und damit Kosten deutlich reduzieren. Die Dickenmessung von nassen Lackschichten im laufenden Prozess ist deshalb eine Wunschvorstellung vieler Beschichter und Anwender. Die gängigen Verfahren kommen jedoch erst am Prozessende zum Einsatz, wenn keine Korrekturen mehr möglich sind. So erfolgt die magnetinduktive oder Wirbelstrom-Schichtdickenmessung ausschließlich an der bereits trockenen oder eingebrannten Beschichtung. Auch ein Schliffbild kann nur vom trockenen Lackfilm erstellt werden – zudem ein sehr aufwändiges Verfahren, bei dem das Bauteil zerschnitten werden muss.

An der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) haben die Wissenschaftler Andor Bariska und Nils Reinke zusammen mit verschiedenen

Industriepartnern das neuartige Verfahren der thermischen Schichtprüfung entwickelt und auf dieser Basis das Messgerät „CoatMaster“ entwickelt und zur Serienreife gebracht. Dieses Gerät nutzt das thermische Verhalten einer Beschichtung, um deren Eigenschaften zerstörungsfrei und berührungslos messen zu können. Dafür wird zunächst das nassbeschichtete Teil durch eine computergesteuerte Blitzlampe erwärmt. Ein Hochgeschwindigkeits-Infrarotdetektor zeichnet die remittierte Wärmestrahlung aus einer Distanz von 5 bis 50 cm auf. Die Oberflächentemperatur klingt daraufhin mit einer charakteristischen Dynamik ab, die von der Schichtdicke und den thermischen Eigenschaften der Beschichtung abhängt. Dieser dynamische Temperaturverlauf auf der Oberfläche wird mit Hilfe eines speziell entwickelten Algorithmus ausgewertet und so die Schichtdicke sowie andere Eigenschaften der Beschichtung quantitativ und reproduzierbar ermittelt.

Die Vorteile der Schichtdickenmessung am Nassfilm sowie am bewegten Bauteil liegen auf der Hand: Die Schichtdickenverteilung im Prozess beziehungsweise an einem Bauteil lässt sich in Echtzeit überprüfen. In der Folge kann man auf Prozessabweichungen schnell reagieren, wenn die Schichtdicke zu sehr schwankt oder zuvor definierte Grenzen überschreitet. Dafür lässt sich der CoatMaster direkt in die Prozesssteuerung integrieren. Vorteile ergeben sich auch beim Einfahren neuer Prozesse, da man sofort eingreifen und den Prozess neu justieren kann, wenn das Ergebnis nicht den Vorgaben entspricht. Darüber hinaus zeichnet sich das Verfahren durch eine sehr hohe Messgenauigkeit aus; auch die Reproduzierbarkeit der Messung ist höher als bei anderen etablierten Messverfahren und wird aufgrund der genauen Kalibrierung durch raue oder unebene Oberflächen nur sehr wenig beeinflusst. Selbst auf Bauteilen mit komplizierter Geometrie und auf Innenflächen lässt sich die Schichtdicke zuverlässig bestimmen.

### Testreihe mit Zinklamellensystemen

Um Schichtdickenschwankungen und Materialverlust durch Overspray zu reduzieren, nahm die in Herdecke ansässige Dörken MKS-Systeme GmbH Kontakt mit der Winterthur Instruments AG auf, die den CoatMaster vertreibt. Geplant war die Durchführung einer umfangreichen Testreihe mit den Basecoats „Delta-Tone 9000“ und „Delta-Protect KL 101“ sowie dem Topcoat „Delta-Seal“

in Silber und Schwarz. Zum Vergleich der beiden Messverfahren wurde die Schichtdicke im nassen Zustand mit dem CoatMaster und im eingebrannten Zustand mit einem bekannten magnetinduktiven Verfahren durchgeführt. Angesetzt waren dabei auf jeder Messposition je fünf Messwiederholungen mit beiden Varianten. Die Übereinstimmung der Verfahren wurde über die Differenz der Mittelwerte berechnet; zur Abschätzung von deren Genauigkeit zog man die Standardabweichung bei Messwiederholungen heran. Das Ergebnis zeigte, dass der auf dem CoatMaster angezeigte Wert zuverlässig mit der magnetinduktiven Vergleichsmessung im eingebrannten Zustand übereinstimmte. Messwiederholungen waren dabei kaum erforderlich, denn das neue Verfahren erzielte schon mit nur einer Messung eine sehr hohe Genauigkeit. Um vergleichbare Ergebnisse mit der magnetinduktiven Schichtdickemessung zu erhalten, sind dagegen – je nach Oberflächenbeschaffenheit – bis zu 170 Messwertmittelungen notwendig.

Die hohe Messgenauigkeit hat auch das Team der Dörken MKS-Systeme überzeugt. Bei herkömmlichen Verfahren sind Abweichungen von +/- 1 bis 2 µm durchaus normal – was auf den ersten Blick nicht viel erscheint. Bei einer durchschnittlichen Gesamtschichtstärke der Zinklamellensysteme von 8 bis 12 µm kann eine solche Abweichung jedoch durchaus 10 Prozent und mehr betragen. Durch eine Verringerung dieses Wertes ließen sich besonders bei flächigen Großteilen enorme Kosten einsparen. Außerdem kann bei der Anwendung herkömmlicher Verfahren, bei welchen nur einzelne Messpunkte auf der Oberfläche erfasst werden, nur durch Erfahrungswerte auf die Gesamtschichtdickenverteilung geschlossen werden, und eine Rauigkeit des Substrats erhöht zusätzlich die Schwankung. Beim CoatMaster liegt der empirische Wert der Abweichung – je nach Rauigkeit des Sub-



Bild: Dörken

Die hohe Messgenauigkeit des CoatMasters macht das Gerät insbesondere für Prüfungen von sehr dünnen Schichten wie beispielsweise Zinklamellensystemen interessant.

strats – zwischen 0,1 und 0,5 µm. Für Systeme im Dünnschichtbereich ist die Anwendung dieses Verfahrens also technologisch und ökonomisch besonders sinnvoll, wenn es um die präzise Kontrolle von Applikationsverfahren und die Optimierung von Beschichtungsprozessen geht.

### Auch in der Praxis überzeugend

Im Rahmen eines Großprojektes konnte diese Messtechnik die wirtschaftliche Planungssicherheit deutlich erhöhen. Vor allem die sofortige Prozess- und damit Qualitäts- und Wirtschaftlichkeitskontrolle machten das Verfahren für den Kunden attraktiv. Es hat sich inzwischen besonders bei großen, flächigen Teilen bewährt, aber auch bei Teilen mit schwierigen oder häufig wechselnden Geometrien, bei denen eine einheitliche

Beschichtung oft schwierig ist. Auch die problemlose Integrierbarkeit des nur DIN A3-großen Gerätegehäuses in die Prozesskette erleichterte die Umsetzung.

Um den CoatMaster noch anwenderfreundlicher zu gestalten, hat Winterthur Instruments erst vor Kurzem das bisherige Laser-Positionierungssystem des Gerätes auf LED-Technologie umgestellt. Auch die Überwachung des Beschichtungsprozesses muss nun nicht mehr von einem fest installierten Monitor aus stattfinden, sondern kann beispielsweise über WLAN von überall auf dem Werksgelände erfolgen, was dem Anwender eine hohe Flexibilität verleiht.

Dörken MKS-Systeme GmbH & Co. KG  
www.doerken-mks.de

Winterthur Instruments AG  
www.winterthurinstruments.com