

Pulver-Schichtdicken-Messgeräte genauer betrachtet

Mit der berührungslosen und zerstörungsfreien Messung von Pulverschichten vor dem Einbrennen ist es möglich, bei Bedarf schnell Optimierungen am Beschichtungsprozess vorzunehmen und somit eine gleichbleibende Qualität zu gewährleisten. Zudem lässt sich der Pulververbrauch oft erheblich reduzieren. Der folgende Beitrag stellt die zur Zeit am Markt angebotenen Messsysteme vor.

Mehr als in der Vergangenheit werden auch bei der Pulverbeschichtung die Toleranzgrenzen immer enger gesetzt. Über- oder Unterbeschichtungen führen zu Ausschuss, Nacharbeit und somit zu Mehrkosten. Zuviel appliziertes Pulver ist zudem verschleudertes Geld. Durch die Messung der Pulverschichten unmittelbar nach dem Beschichten und noch vor dem Einbrennen ist es möglich, zum frühest möglichen Zeitpunkt in den Prozess einzugreifen beziehungsweise diesen automatisch zu regeln.

Ein direkter Vergleich der marktreifen Systeme für die berührungslose Messung von Pulverschichten vor dem Einbrennen ist nur bedingt möglich, da sich die Systeme in der Anwendung und Nutzung zum Teil grundlegend unterscheiden. Das Spektrum reicht

vom tragbaren Handgerät bis hin zum Komplettsystem, das über die SPS die Schichtdicken automatisch regelt. Der nachfolgende Überblick soll vielmehr einen ersten Anhalt geben, welches System für die eigene Anwendung in Betracht kommen könnte.

Allen Systemen gemein ist der große Vorteil einer berührungslosen und zerstörungsfreien Messung, die Ergebnisse nach kürzester Zeit liefert. Folgende Systeme werden dafür angeboten: Phototherm bietet die Geräte P.S.Online/P.S.Light seit 1994/1998 an. J.Wagner ist mit der ersten Gerätegeneration Laser Thermoskop seit 1997 auf dem Markt. Optisense stellte 1998 erstmals den PaintChecker compact vor und Ramseier ging im vergangenen Jahr mit dem Messgerät Powdersave in Serie.



Anwendungsbeispiel für das Online-Schichtdickenmesssystem von Optisense: Bei einem Automobilhersteller erfolgt die Messung durch einen Messkopf, der auf einem 6-Achsenroboter direkt nach der Lackierung positioniert ist.

Drei verschiedene Messverfahren

Die Systeme der vier Hersteller lassen sich in drei Verfahren einteilen:

- ◆ photothermisches Verfahren, gepulst
- ◆ photothermisches Verfahren, „Thermische Welle“
- ◆ Ultraschall-Messverfahren

Bei der photothermischen Messung wertet man den charakteristischen Verlauf des Temperaturanstiegs einer Pulverschicht aus, wenn sie mit einer bestimmten Anregungsstrahlung leicht erwärmt wird.

Bei der Messung mit Ultraschall werden fokussierte Ultraschall-Signale auf das Objekt gerichtet, die an den Schichtgrenzen reflektieren und im Messkopf wieder empfangen werden.

Entsprechend der unterschiedlichen Verfahren ist der Ablauf der Messvorgänge, die die Hersteller wie folgt beschreiben:

System Optisense

Die Online-Schichtdickenmessung mit dem Messsystem erfolgt vollautomatisch. Durch die Einbindung des Messsystems in die übergeordnete Beschichtungsanlage wird der Beschichtungsprozess automatisch geregelt, kontrolliert und dokumentiert. Der Messvorgang besteht im Wesentlichen aus dem Aussenden eines sehr kurzen, Laserimpulses, der Detektion der für die zu messende Schicht charakteristischen Infrarotstrahlung, der Verarbeitung und Auswertung des Messsignals und der Visualisierung beziehungsweise Bereitstellung der Messwerte.

Die Besonderheiten des Systems: Die Messwiederholrate beträgt derzeit maximal 10 Hz und ermöglicht so in Verbindung mit dem kleinen Messfleck (\varnothing 2 mm) und der Winkelunabhängigkeit gegen Verkippung von $\pm 45^\circ$ die Schichtdickenmessung mit einer

DIE SYSTEME IM ÜBERBLICK

Hersteller	Optisense	Phototherm	Ramseier	Wagner
Produktbezeichnung	PaitChecker	P.S.Light / P.S.Online	Powdersave	Laser Thermoskop
Messprinzip	Photothermisch gepulst	Photothermisch	Ultraschall-Anregung	Photothermisch
Hauptzielgruppe	Automatisierte Beschichtungsprozesse z. B. in der - Automobil- und Zulieferindustrie - Kunststoffbeschichtung - Weißwarenindustrie	Anlagen mit einem Pulverausstoß von mehr als 50 t Pulver/Jahr	Universeller Einsatz vom Lohnbeschichter bis zum großen Inhouse-Beschichter	Anlagen mit hohem Flächendurchsatz und Automatisierungsgrad sowie Anlagen mit standardisierter und objektivierter Qualitätskontrolle (Qualitätsnachweis)
Messzeit	5 - 50 ms	3 - 5 s	3 - 10 s	1 s
Integration in Prozess	variable Schnittstellen, integrierter Industrie-PC	Schnittstelle vorhanden	Schnittstelle vorhanden	Schnittstelle RS485
Automatische Regelung des Beschichtungsprozesses	ja	ja	nein	ja
Messung von Nasslack-Schichten	ja	ja	nein	ja
Investitionskosten (in TE)	auf Anfrage	29 - 52	14	30 - 80



Bild: Phototherm

Beim Messgerät von Phototherm ist der Sensor unmittelbar nach der Pulverkabine montiert. Eine vorge-schaltete Licht-schranke erkennt zu messende Teil und die Messung startet auto-matisch.

Seit wenigen Monaten bietet Ram-seier ein mobiles, batteriebetrie-be-nes Handgerät für schnelle, punk-tuelle Messungen an



Bild: Ramseier

sehr hohen örtlichen Auflösung. Selbst an Bauteilen mit räumlich kleinen Strukturen und gekrümmten, abge-winkelten oder schwer erreichbaren Flächen kann mit einer sehr hohen Genauigkeit ($\pm 1\%$) gemessen werden. Es ist kein Personal erforderlich.

System Phototherm

Der Sensor wird unmittelbar nach der Pulver-Kabine montiert. Die Mes-sung startet automatisch. Die jeweilige Position auf dem Teil ist über die Soft-ware einstellbar, entweder fest oder variabel über separate Teileerkennung. Der Sensor bewegt sich während der Messung mit der Fördergeschwindig-keit, so dass der Messort konstant

bleibt. Es ist kein Personal für die Mes-sung erforderlich.

Eine Besonderheit ist die Verwen-dung einer Weißlichtquelle, so dass Vorkehrungen zum Laserschutz ent-fallen. Der Messwert wird gleichzeitig zur Anzeige der Regeleinheit (sofern vorhanden) übermittelt und/oder indi-vidueller Weiterverarbeitung zuge-führt. Änderungen des Abstandes zu den Teilen (Geometrie, Aufhängung) werden automatisch kompensiert. Für die Messung ist kein Personal erfor-derlich.

System Ramseier

Die Messung erfolgt manuell. Während des Messvorganges wird mit-

tels 2 LED-Anzeigen ein Feedback über die Qualität der Messung gege-ben. Periodisch werden Ultraschallpul-se gesendet und die empfangenen Sig-nale aufgezeichnet. Für die Berech-nung der Schichtdicke werden die besten fünf Ergebnisse aus der Mess-reihe verwendet. Als Besonderheiten gibt der Hersteller die leichte Handha-bung des Gerätes sowie die Unabhän-gigkeit vom Netz an.

System Wagner

Das zu vermessende Teil wird direkt hinter der Beschichtungskabine vollautomatisch vom Messstrahl abgetastet. Die Schichtdicke (bezogen auf die eingebraunte Schicht) wird auf einem Farbdisplay im Steuerschrank in μm angezeigt. Soll auf demselben Werkstück noch an anderen Stellen die Schichtdicke bestimmt werden, so bewegt sich der Messkopf automatisch

reicht bei dem System von Optisense eine Messzeit von 5 bis 50 ms, Wagner gibt 1 s pro Punkt an und bei dem Gerät von Phototherm wird der Wert nach 3 bis 5 s am PC angezeigt. Das manuell zu bedienende Gerät von Ramseier erfordert Messzeiten zwischen 3 und 10 s.

Die Messgenauigkeit variiert je nach apparativem Aufwand und Preis zwischen $\pm 5 \mu\text{m}$ (Messbereich 30 bis

Anwendung kommen ist bereits ein beachtlicher Entwicklungsstand erreicht worden. So lassen sich mit dem System von Optisense auch verschiedene Lackmaterialien (wie Pulverlacke, Wasserbasislacke, UV-Lacke) auf unterschiedlichen Substraten wie Metall, Kunststoff, Holz oder Glas mit sehr hoher Genauigkeit messen. Phototherm und Wagner konnten bereits in einem frühen Stadium die vollautomatische Schichtdicken-Regelung durch Rückkopplung des Messsignals in die Pistolensteuerung erfolgreich in die Praxis umsetzen. Das Gerät von Ramseier steht für einfache Messungen mit einem ortsunabhängigen Gerät ohne Installationsaufwand und Kalibrierung bei Farbwechsel. Die Geräte wurden auch hinsichtlich der Abstandsempfindlichkeit optimiert, so dass bei Online-Messung, zum Beispiel mit dem Gerät von Phototherm, schwankende Abstände im Bereich $\pm 50/200 \text{ mm}$ sich nicht mehr negativ auf das Messergebnis auswirken.

Die Optimierung der Systeme wird weiter vorangetrieben. Ramseier kündigte beispielsweise an, an der Entwicklung einer zuverlässigen Anzeige von „Overflow“ bei Schichten über $140 \mu\text{m}$ weiter zu arbeiten. Das Unternehmen stellt ferner die Integration automatischer Prozessregelsysteme auf Basis einer neuen digitalen Dichtstromförderung (DDF) in Aussicht. Phototherm hält innerhalb der physikalisch/technischen Möglichkeiten flächige Messungen mit Sichtbarmachung der Pulver-Schichtdickenverteilung für möglich.

Darüber hinaus wird die Weiterentwicklung der Systeme und Geräte in Zukunft primär vom Bedarf des Marktes und der Akzeptanz der Anwender bestimmt werden. (Ke)



Bild: Wagner

Ein Messgerät der zweiten Generation, mit elektrischer Kühlung und optimierten Linearachsen, stellte Wagner vor wenigen Monaten erstmals vor

auf Linearachsen zu den vorher festgelegten Messpositionen und ermittelt auf diese Weise die flächige Schichtdickenverteilung. Der während dieser Messungen stattfindenden Bewegung des Förderers folgt der Messkopf ebenfalls automatisch. Wird auf einem Werkstück eine Schichtdicke gemessen die ausserhalb des im Steuerschrank hinterlegten Toleranzbandes liegt, so wird ein Signal an die Pistolen-Steuerung gegeben, um die Ausstoßmenge entsprechend anzupassen. Auf diese Weise wird die Schichtdicke vollautomatisch in einem engen Toleranzbereich gehalten. Falls keine Nachregelung möglich ist (zum Beispiel aus Pulvermangel), löst das System Alarm aus.

Die Messzeiten sind im Vergleich zu konventionellen Schichtdickenmessgeräten sehr kurz. Doch auch zwischen den hier vorgestellten Systemen gibt es beträchtliche Unterschiede. So

110 μm) bei dem Gerät von Ramseier und 1 % beim System Optisense.

Die Eichung der Geräte erfolgt durch Kalibrierung mittels Probebleche über den gesamten zu messenden Schichtdickenbereich. (Das Gerät von Optisense kann auch für die meisten Anwendungen durch eine einfache Einpunktkalibrierung im Prozess kalibriert werden.) Die eigentliche Einstellung am Gerät dauert dann in der Regel etwa 1 Minute. Bei vollautomatischen Geräten (Optisense, Wagner, Phototherm) können die Kalibrierungskoeffizienten automatisch abgerufen werden.

Weitere Entwicklungen

Obwohl die berührungslose Schichtdickenmessung vor dem Einbrennen erst seit wenigen Jahren zur

Kontakt:

*Optisense GmbH & Co.KG, Bochum,
Tel. (0234) 7 09 90-0*

*Phototherm GmbH, Saarbrücken,
Tel. (0681) 97 62-300*

*Ramseier Technologies AG, CH-Rubigen,
Tel. +41 (0) 31 720 30 60*

*Wagner International AG, CH-Altstätten,
Tel. +41 (0) 71 757 23 67*