

Nacharbeiten und Pulververbrauch reduzieren

Ein großer und einfach zu realisierender Umweltbeitrag ergibt sich aus dem systematischen Messen und Realisieren von minimalen Pulverschichten. Möglich wird dies durch berührungslose Schichtdickenmessung auf Basis von Ultraschall-Handmesstechnik.

Dr. sc. techn. Peter Kreier, Dr. sc. techn. Rainer Züst, Dipl. Ing. Magnus Graf



© Imotest

Bild 1 > Auch auf gekrümmten Flächen, wie zum Beispiel an diesem Fahrradrahmen, lässt sich mit den Handultraschallgeräten zuverlässig messen.

Seit rund 20 Jahren können uneingebrannte Pulverschichten mittels einfacher Ultraschall-Handmesstechnik berührungslos gemessen und die Schichtstärke vor dem Einbrennen im Ofen bestimmt werden. Nacharbeit und unnötiger Pulververbrauch könnten so eigentlich der Vergangenheit angehören und weltweit jährlich 100.000 bis 200.000 Tonnen Pulver eingespart werden. Diese Einsparung entspricht einer Emission von 380.000 bis 760.000 Tonnen CO₂ beziehungsweise 2,2 bis 4,4 Billionen Auto-Kilometern (EURO 6)*. Trotz der enormen Einsparpotenziale werden insbesondere bei kleinen und mittleren Unternehmen die Messgeräte noch nicht flächendeckend eingesetzt.

20 Jahre Luftultraschall-Handmesstechnik

Dabei sind Ultraschall-Handmessgeräte bereits seit längerem auf dem Markt: Im Jahr 1997 wurde die Technologie der berührungslosen Messung uneingebrannter Pulverschichten mittels Luftultraschall vorgestellt. Im Sommer 1999 erfolgte die Auslieferung der ersten Serie von Handmessgeräten Powdersave vom Initiator und damaligen Lizenznehmer H.U. Ramseier beziehungsweise von der Ramseier AG. Einzelne dieser Geräte sind heute noch im Einsatz.

Nach über zehn Jahren Powdersave beziehungsweise dem baugleichen OEM-gelabelten Elcometer 550 als einziges im Markt



© planikum GmbH, Thomas Haug

Bild 2 > Beispiel pulverbeschichteter Fassadenelemente am Gemeindeforum Volketswil (Schweiz).

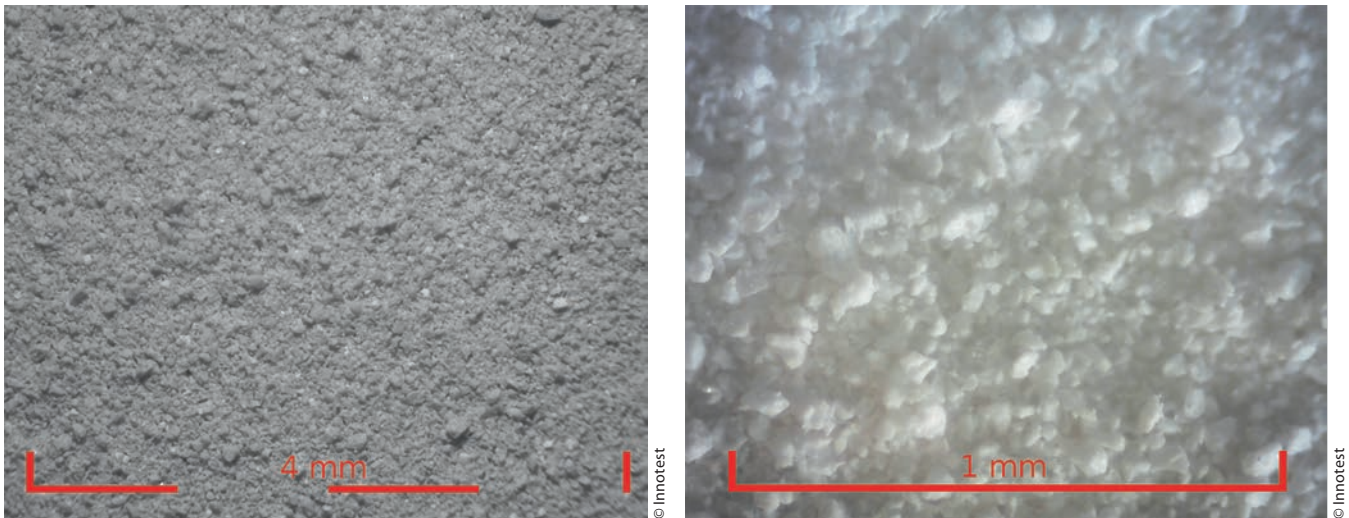


Bild 3 > Mikroskopische Aufnahme einer uneingebrannten Pulverlacksschicht. Einmal deckend, bleibt der optische Eindruck über einen größeren Dickenbereich gleich

verfügbares Luftultraschall-Pulverschichtdickenmessgerät wurde 2010 fast zeitgleich vom Lizenzgeber Innotest AG der Powdersave-Nachfolger SaveCoat 7 beziehungsweise Elcometer 550 und von DeFelsko Corporation USA das Gerät PosiTector PC Powder Checker vorgestellt. Letzteres beruht auf derselben Messtechnik, ist kostengünstiger ausgeführt und im Messbereich auf circa 75 µm beschränkt (siehe JOT 2/2012).

Vergleich mit alternativen Messverfahren

Neben den Ultraschall-Pulvermesssystemen wurden und werden alternativ vor allem noch thermographische beziehungsweise photothermische Systeme angeboten. Bei höheren Beschaffungskosten sind physikalisch bedingt photothermische Systeme im Vorbereitungs- und Handhabungsaufwand wegen ihrer Abhängigkeit von Farbton, Träger- und Pulvermaterial in der Anwendung Pulverbeschichtung aufwendiger als Luftultraschall. Der Messvorgang ist zudem um einiges langsamer und die maximale Messrate entsprechend niedriger. Dieser Nachteil zeigt sich vor allem bei Messungen in der Linie an bewegten Produkten.

Einfachheit und Universalität der Ultraschallmesstechnik

Die heute verfügbaren Ultraschall-Handmessgeräte erlauben eine einfache und

zuverlässige Bedienung. Nach einer einfachen Nullung (Erfassung Signalreferenz) können die Geräte farb- und pulversortenunabhängig auf allen Substraten messen (Metalle, MDF, Holz, Glas oder Kunststoff). Unabhängig von der Applikationsart (Tribo- oder Coronaapplikation) entspricht die Messgenauigkeit den Herstellerangaben (siehe JOT 10/2014).

Problemloses Messen auch auf gekrümmten Oberflächen

Mit einem in der Messdistanz engen Schallbündel erlauben die Ultraschallmessgeräte prinzipiell das Messen auf kleinen Flächen und auch auf stark gekrümmten Bauteilen. Alleine die seit 2011 im Handmessgerät SaveCoat 7 erstmalig eingesetzte Laserpeilung und in der Folge der über viele Jahre erfolgreiche Einsatz dieser Geräte bei diversen Fahrradherstellern beweisen die obige Aussage (*Bild 1*).

Wenig Nachteile der ultraschallbasierten Pulverschichtdickenmessung

Nachteilig an der Ultraschallmessung mittels Handgerät ist der etwas gewöhnungsbedürftige Messvorgang, das heißt das Sammeln der Ultraschall-Messsignale. Zudem wäre zu wünschen, dass die real vorhandenen oberen Messbereichsanwendungsgrenzen der Endschichtdicke (derzeit circa 75 µm beim „Powder Checker“

und 100 µm beim „SaveCoat 7“ (siehe JOT 2/2012) erhöht werden könnten.

Pulvereinsparung und Vermeidung von Nacharbeit und Schadensfällen

Seit der Markteinführung wurde mehrfach über die mit systematischem Einsatz der Messtechnik möglichen Pulvereinsparungen im zweistelligen Prozentbereich und die Reduktion von Schadensfällen berichtet. So konnte beispielsweise bei einem Anlagenbetreiber durch Einstellungsoptimierung in der Linie ad hoc eine tägliche Einsparung von CHF 400 (circa 350 Euro) erzielt werden (siehe JOT 2/2011).

Pulverdickenmessung am Beispiel Fassadenbleche

Wurden in den Neunziger Jahren Fassadenbleche nass lackiert, setzte sich in der Folge das Pulverlackieren auch in diesen Bereich mehr und mehr durch. Das Pulvern von großen Fassadenblechen ist eine besonders heikle Aufgabe. Dies wird durch den Wunsch nach speziellen Farbeindrücken auf die Spitze getrieben. Ein gleichmäßiger wolkenloser Gesamteindruck der Fassade wird zu Recht gefordert. Es kommt vor, dass ein „Fleckentepich“ erst im fertig montierten Zustand erkannt wird; unverhältnismäßig teure Nacharbeits- und Ersatzaufwendungen sind die Folge.

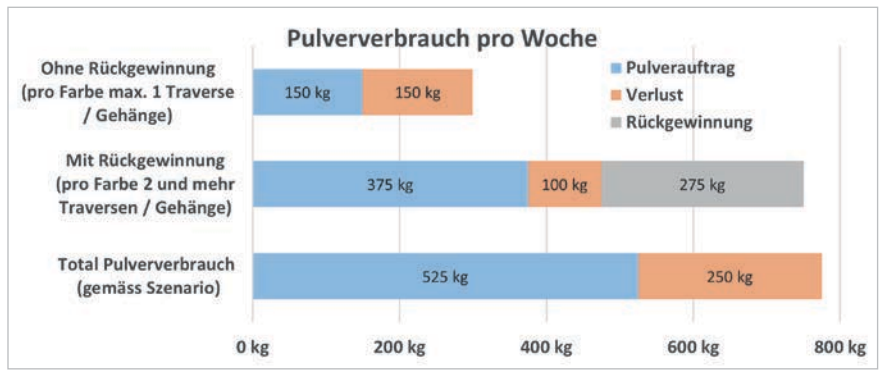


Bild 4 > Wöchentlicher Pulververbrauch

Erfolgreiche Einsatzbeispiele spezieller gepulverter Fassadenelemente sind unter anderem der New One World Trade Center Tower, das Science-Gebäude der Columbia Universität New York und das neue Verwaltungsgebäude in Volketswil in der Schweiz (Bild 2). Im letzteren Beispiel wurde eine gold-eloxalfarbige Beschichtung gewählt und durch die Jürg Hofstetter AG in der geforderten Qualität realisiert. Auch hier hilft die systematische Messung des uneingebrannten Pulvers, die gleichmäßige Dicke und Qualität herzustellen.

Umwelt schonen und Geld sparen – da ist mehr möglich als man denkt

Für Beschichter mit einem Jahresverbrauch von über 5 Tonnen Pulver bringt der Einsatz eines Ultraschall-Messgeräts bereits deutliche Einsparungen. Auch im Rahmen der Qualitätskontrolle können Anlagenbetreiber die Messtechnik systematisch und damit kostensenkend einsetzen.

zen. Dabei geht es nicht nur darum, die Schichtstärke zu bestimmen- im Fokus steht auch eine bessere Beschichtungsqualität bei geringerem Ressourceneinsatz.

Das Netzwerk Ressourceneffizienz Schweiz „Reffnet“ hat den Auftrag vom Bundesamt für Umwelt BAFU erhalten, produzierende Firmen bei der Umsetzung von umweltgerechten Lösungen zu unterstützen. Das Ziel des Förderprogramms besteht darin, künftig mit weniger Aufwand bessere Ergebnisse zu erhalten und zugleich die Umwelt zu schützen. Als vielversprechend zeigten sich jene industrielle Vorhaben, die sich auf das eingesetzte Material fokussierten und bei denen sich die Einsparungen skalieren ließen. Und dazu gehört auch das Pulverbeschichten.

Ein großer und einfach zu realisierender Umweltbeitrag ergibt sich aus dem systematischen Messen und Realisieren von minimalen Pulverschichten. Für die folgenden quantitativen Aussagen zur ökonomischen und ökologischen Effizienz

von Pulverschichtdickenmessungen vor dem Einbrennen wurden vom Reffnet Experten verschiedene Anwender in der Schweiz befragt, unter anderem mit dem Ziel, für eine detaillierte Nutzenberechnung realistische Annahmen zu treffen. Diese waren wie folgt:

- Pulverbeschichtungsanlage, circa 60 Traversen / Gehänge pro Tag
- Pulververbrauch pro Traverse / Gehänge durchschnittlich 3,5 kg
- Einkaufspreis Pulver: 11 Franken (circa 9,65 Euro)/ kg
- Pulververlust: 50 %.

In einer realen Produktionsumgebung wird versucht, Pulver rückzugewinnen. Deshalb werden die Traversen mit gleicher Farbe zusammengefasst. Als rentabel und sinnvoll wird eine Pulverrückgewinnung ab zwei Traversen pro Gehänge mit gleicher Farbe erachtet. Für eine Produktionsumgebung, also Kleinaufträge mit einer Traverse und größere Aufträge mit mehreren Traversen inklusive Pulverrückgewinnung, werden wöchentliche Pulververbräuche von 775 kg mit 525 kg auf dem Produkt und 250 kg Verlust angenommen (siehe Tabelle 1).

Vorteile durch systematisches Messen der Pulverschicht

Pulvereinsparungen

Der Pulverbeschichter misst systematisch die Schichtdicken vor dem Einbrennen. Durchgeführte Befragungen in der Industrie zeigen, dass damit im Durchschnitt mindestens 10 % Pulver auf dem Trä-

	Ohne Rückgewinnung (pro Farbe maximal 1 Traverse / Gehänge)	Mit Rückgewinnung (pro Farbe 2 und mehr Traversen / Gehänge)
Bruttoverbrauch	300 kg	750 kg
Pulververlust	150 kg	375 kg
... ab 2. Traverse / Gehänge mit Rückgewinnung	0	-275 kg
Pulververbrauch pro Woche	300 kg	475 kg
Pulververbrauch pro Woche	775 kg	

Tabelle 1 > Wöchentlicher Pulververbrauch mit und ohne Rückgewinnung – 775 kg Pulver eingesetzt, 525 kg auf dem Produkt, 250 kg Verlust

ger eingespart werden. Pro Woche können damit 52,5 kg Pulver respektive circa 600 Franken (circa 520 Euro) eingespart werden; dies entspricht einer Einsparung von 30.000 Franken (circa 26.300 Euro) pro Jahr. Jedes Messgerät, mit einem Anschaffungspreis unterhalb 10.000 Franken (circa 8.800 Euro), spart in zehn Jahren circa 26 Tonnen Pulver ein; dies entspricht einem maximal beladenen Lastwagen. Dem gegenüber steht ein Aufwand in der Produktion: für das zusätzliche Messen wird ein Aufwand von 0,5 Arbeitsstunden / Tag angenommen. Bei 100 Franken (circa 87 Euro) pro Stunde sind dies zusätzliche Aufwendungen von 12.500 Franken (circa 11.000 Euro) pro Jahr. Der Nettonutzen aus Pulverersparnis und Mehraufwand für das Messen liegt bei jährlich 17.500 Franken (circa 15.300 Euro).

Vermeidung von Schadensfällen

Jährlich können durch das systematische Messen vor dem Einbrennen zusätzlich Fehler vermieden werden. Dazu folgendes Szenario: Ein Auftrag von circa 1.500 Quadratmeter Fassadenblechen (entspricht etwa einer Tagesproduktion), muss wegen Qualitätsproblemen nochmals nachgebessert werden. Die Fassadenbleche werden ein zweites Mal beschichtet. Pro Quadratmeter sind dies bei einer Erstbeschichtung etwa 15 bis 20 Franken (circa 13 bis 18 Euro)/Quadratmeter; bei einer Zweitbeschichtung etwas mehr. Dieses Nachbessern kostet circa zwischen 25.000 und 35.000 Franken (circa 22.000 und 31.000 Euro). Ein weiterer Vorteil mit Messgerät ist die Tatsache, dass schadhafte Stellen relativ einfach nachgebessert werden können.

Berücksichtigt man auch außerordentliche Situationen, also Schadensfälle wegen ungenauer Schichtdicken, so resultiert für den obigen Anlagenbetreiber ein Zusatznutzen aus der Schadensvermeidung von 30.000 Franken (26.500 Euro)/Jahr im Mittel. Ein außerordentlicher Schaden, sprich ein Auftrag pro Jahr, welcher nachgebessert werden muss, ist ein defensives Szenario – in der Realität kann diese Zahl und der Zusatzaufwand ohne systematische Schichtdickenmessung weit größer sein.

Die Messgeräte helfen, den Pulververbrauch zu reduzieren und kostenaufwendige Schadensfälle zu vermeiden. Daraus resultieren jährliche Einsparungen von circa 50.000 Franken (44.000 Euro).

Verkauf einer KTL-Durchlaufanlage inkl. Gleichrichter, VE-Wasser-Erzeugung und Kühlgerät

Baujahr: 2001 – technisch sehr guter Zustand (10t-Lackbecken)

für max. Werkstückabmessungen: 800 × 600 × 800mm

Durchsatz: 40 Gehänge/h
1800kg/h bzw. 100m²/h

Fa. Jordan-Reflektoren GmbH & Co. KG, Werk Olbernhau
Telefon: 037360 762-0

Bedeutender Umweltnutzen

Aus ökologischer Sicht ist dieses Qualitätssicherungssystem äußerst wertvoll. Werden bei einer typischen Pulverbeschichtungsanlage durch die systematische Pulverschichtdickenmessung 10 % Pulver eingespart sowie ein kleiner Schadensfall pro Jahr verhindert, resultiert auf Basis einer CO₂-Berechnung ein ökologischer Payback von 1 Monat; oder anders formuliert: der zusätzliche Aufwand für Messgerät und Messaufwand ist bereits nach einem Monat kompensiert. Die durchschnittliche Einsparung von 10 % Pulver ist eine defensive Annahme. Zudem wurde für die CO₂-Berechnung von einem (typischen) Schadensfall nur das erneute Beschichten der Oberfläche auf einer modernen und somit effizienten Anlage betrachtet. Müssen die Teile abgelautet oder sogar ersetzt werden, reduziert sich die ökologische Rückzahldauer noch mehr – der ökologische Nutzen ist so noch weit größer als oben ausgewiesen.

Fazit: Kosten sparen – Umwelt schonen

Der Einsatz von berührungslos arbeitenden Luftultraschall-Handsichtdickenmessgeräten in der Pulverbeschichtung vermeidet Nacharbeit und hilft, einen zweistelligen Prozentsatz an Pulver einzusparen. Unter realen Annahmen ergibt sich durch den Einsatz der Messtechnik auch bei kleineren und mittleren Pulververbrauchern ein interessanter ökonomischer Nutzen. Mit der optimierten Rendite kann gleichzeitig noch ein wesentlicher ökologischer Beitrag geleistet werden. Hier steht die Ökonomie nicht im Wider-

spruch mit der Ökologie. Damit ist der Einsatz von Ultraschall-Schichtdickenmessungen weit attraktiver als vermutet und unterstützt die gesellschaftlichen Bemühungen, mit weniger Ressourceneinsatz mehr zu erreichen und gleichzeitig die Umwelt zu entlasten. //

*Annahmen: 173 g CO₂ auf 1 km (nach Mobitool); gefahren mit einem Auto (Dieselfahrzeug, Durchschnitt der Flotte in CH, EURO 6).

Die Autoren

Dr. sc. techn. Peter Kreier

Geschäftsführer CEO Innotest AG
CH-8360 Eschlikon
Tel. +41 71 970 0 981
kreier@innotest.ch
www.innotest.ch

Dipl. Ing. Magnus Graf

Leitender Entwicklungsingenieur
Innotest AG
graf@innotest.ch

Dr. sc. techn. Rainer Züst

Geschäftsführer CEO Züst Engineering AG
CH-8607 Seegräben
Tel. 41 44 932 51 39
rainer.zuest@zuestengineering.ch
www.zuestengineering.ch