



Die Familie der PaintChecker Mobile

Das komplette Messsystem besteht aus zwei Einheiten: Dem Controller mit der Auswerte-Elektronik und dem leichten, kompakten Sensor als eigentlichem Messgerät. Die geringen Abmessungen des kleinsten Sensors von 130 × 25 mm bei gerade einmal 50 g Gewicht ermöglichen Messungen an Stellen, die bislang nur schwer zugänglich waren.

Durch den größeren Messpunkt sind LED-Sensoren ideal für Freihandmessungen an rauen Oberflächen. Das Modell **PaintChecker Mobile Gun-R** eignet sich dabei besonders für Bauteile aus Kunststoff oder Gummi.

Die PaintChecker Industrial-Systeme

Unsere innovativen PaintChecker-Lösungen umfassen auch industrielle Prüfsysteme sowie zahlreiche zugehörige Dienstleistungen. Hier die Benefits im Überblick:

- Automatisierte und rückführbare Messungen
- Präzise Qualitätskontrolle frühzeitig im Prozess
- Umgehende Prozessoptimierung
- Vermeidet Nachbesserung und Ausschuss
- Deutliche Einsparung von Ressourcen und Zeit
- Lückenlose Dokumentation
- Fit für die Roboter montage



OptiSense ist zertifiziert nach
DIN EN ISO 9001:2015
WEEE-Reg.-No. DE 69647320



OptiSense GmbH & Co. KG
Annabergstraße 120
45721 Haltern am See
GERMANY
Tel. +49 23 64 50 882-0
info@optisense.com
www.optisense.com



Herausforderungen in der Luftfahrt

Der Flugzeugbau stellt höchste Anforderungen an das eingesetzte Material und dessen Verarbeitung. Gewicht ist das alles bestimmende Designkriterium. Jedes Kilo zusätzlich schlägt sich unmittelbar in den Betriebskosten nieder. Gewichtsminimierung durch konstruktiven Leichtbau und besonders leichte Werkstoffe ist daher längst Standard in der Luftfahrtindustrie.

Die gewichtsoptimierte Auslegung führt jedoch zu einer größeren Belastung der Bauteile, da die in anderen Industrien üblichen, oft sehr großzügigen Sicherheitszuschläge entfallen. Trotzdem müssen alle Komponenten extrem zuverlässig funktionieren, um ein Bauteilversagen mit katastrophale Folgen sicher zu verhindern. Um dies zu gewährleisten, existieren in der Luftfahrtindustrie zahlreiche Normen und Spezifikationen, die Material und Verarbeitung bis ins Detail regeln.

Wenn jedes Gramm zählt:

Optimierte Beschichtung als Wettbewerbsfaktor in der Luftfahrt

Hochrechnungen zu Folge lassen sich im Luftverkehr allein durch innovative, mikrometer-genaue Lackierungen rund 20 Prozent Beschichtungsmaterial einsparen. Und je leichter eine Maschine ist, desto weniger Sprit verbraucht sie, desto mehr Passagiere kann sie aufnehmen, desto besser ist ihre CO₂-Bilanz.

Bei einem jährlichen Kerosinverbrauch von rund 300 Millionen Tonnen in der zivilen Luftfahrt lohnt sich das allemal. Kein Wunder, dass die optimale Beschichtung zum Wettbewerbsfaktor in Sachen Einsparungen und Nachhaltigkeit avanciert ist. Das stellt OptiSense durch die Prüfung des Lackauftrags bei seinen Aviation-Kunden erfolgreich unter Beweis.

Das Fahrwerk ist eines der am stärksten beanspruchten Teile eines Flugzeugs



Die Fahrwerkswartung ist extrem aufwendig und teuer



Konstruiert für Extreme

Das Fahrwerk ist eines der am stärksten beanspruchten Teile eines Flugzeugs. Es muss nicht nur das oft hunderte Tonnen schwere Gewicht des Flugzeugs tragen, sondern auch die noch mehrfach höhere Belastung bei einer harten Landung auffangen. Hinzu kommen die enormen Biegekräfte beim Zurückschieben des Flugzeugs auf die Rollbahn (Pushback). Als Werkstoffe werden daher hochfester Stahl, Titan oder eine geschmiedete Kupfer-Nickel-Zinn-Legierung (Toughmet) eingesetzt.

Neben der mechanischen Belastung setzen Wasser, Treibstoff, Hydraulikflüssigkeit und Streusalz dem Fahrwerk zu. Hier ist ein effektiver und dauerhafter Korrosionsschutz unerlässlich, denn schließlich gehört die Fahrwerkswartung zu den teuersten Instandhaltungsmaßnahmen.

Optimierter Korrosionsschutz

Als Schutz vor chemischen Angriffen und Korrosion wird das Fahrwerk mit einer zweilagigen Beschichtung versehen. Auf eine in der Regel epoxidbasierende Grundierung wird ein lösungsmittelarmer, hochgefüllter Polyurethan-Decklack aufgetragen, der dem Fahrwerk neben dem Korrosionsschutz auch die gewünschte Farbe verleiht. Je nach Fahrwerksteil und Beanspruchung besitzt diese Lackschicht unterschiedliche Dicken von weniger als 20 µm bis zu 250 µm, die es im Sinne der Gewichtsoptimierung präzise einzuhalten gilt.

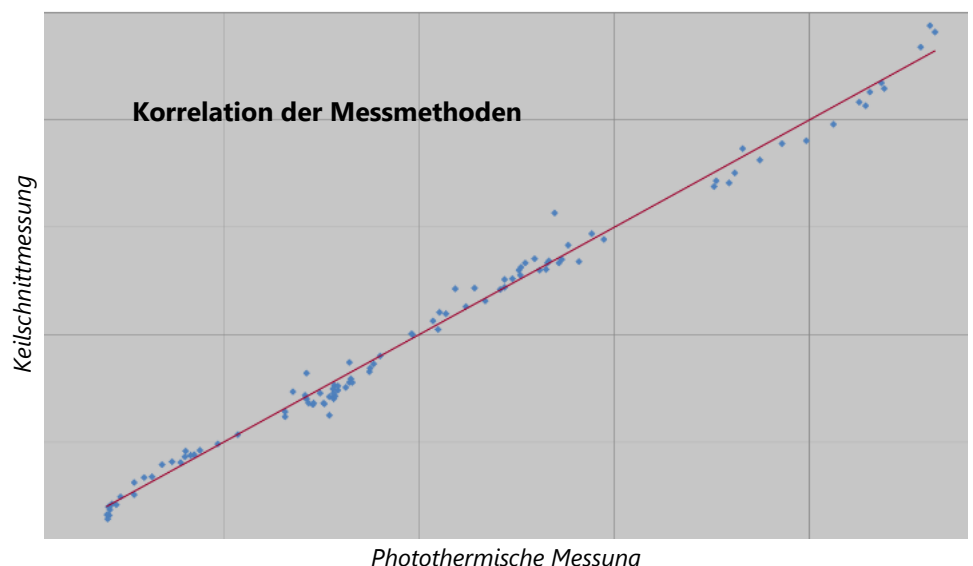
Schichtdickenmessung des Decklacks

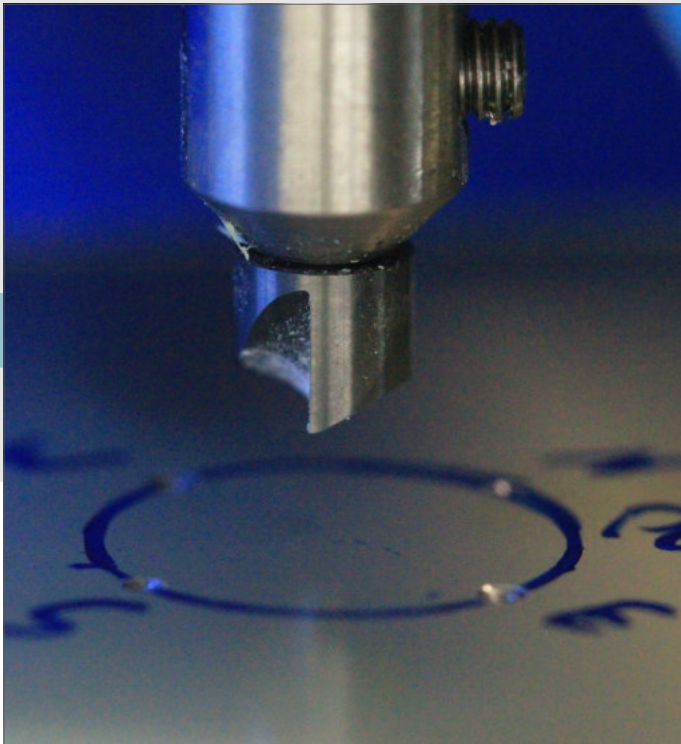
Die Fahrwerksteile sind alle identisch grundiert und werden auftragsbezogen in der gewünschten Farbe lackiert. Für eine gewichtsoptimale Beschichtung wird daher eine Methode benötigt, die Dicke des Decklacks ohne Einbeziehung der Grundierung zu messen. Mit den üblichen wirbelstrom- und ultraschallbasierenden Messgeräten lässt sich aber nur die Gesamtdicke der Beschichtung ermitteln, da diese lediglich den Abstand zwischen Sensor und Metallsubstrat erfassen. Das photothermische Messverfahren kann jedoch zwischen Grundierung und Decklack unterscheiden, wenn die beiden Schichten verschiedene thermischen Eigenschaften (Wärmeleitfähigkeit, Wärmekapazität) besitzen. Dies ist bei den verwendeten Materialien der Fall.

Die Applikation wird erstellt

Mit dem photothermischen Messverfahren wird die Dicke einer Beschichtung berührungslos ermittelt. Die Beschichtungsoberfläche wird mit einem kurzen, intensiven Lichtimpuls um einige Grad erwärmt und kühlt anschließend durch Ableitung der Wärme in tiefere Bereiche wieder ab. Die Temperatur sinkt umso schneller, je dünner die Beschichtung ist. Die Schichtdicke wird anschließend anhand des Temperaturverlaufs errechnet.

Die individuellen thermischen Eigenschaften von Beschichtungsmaterial und Untergrund haben bei der Messung einen wesentlichen Einfluss. Der Zusammenhang zwischen Abkühlverhalten und Dicke der Beschichtung wird in einem Datensatz – der Applikation – zusammen-





Der PaintChecker Mobile misst nur eine von zwei Schichten: den Decklack



Bei der nach EN ISO 19399 genormten Keilschnittmessung wird die Probe mit einem Hartmetallbohrer mit definiertem Spitzenwinkel durch alle Schichten bis auf das Substrat angebohrt. Im Mikroskop zeigt das Bohrbild einer mehrlagigen Beschichtung konzentrische Kreise, deren Durchmesser ein Maß für die Schichtdicke sind.

gefasst und bildet die Grundlage für weitere Messungen. Da ein relativ großer Schichtdickenbereich erfasst werden soll, werden für die Erstellung der Applikation 12 Prüflinge mit möglichst unterschiedlichen Schichtdicken aus laufender Produktion verwendet. Die Dicke des Decklacks wird an insgesamt ca. 100 Stellen mit dem optisch-mechanischen Keilschnittverfahren (Erichson Paint Borer) ermittelt und dient als Referenz bei der Erstellung der Applikation. Ziel ist dabei, den gesamten zu erfassenden Schichtdickenbereich gleichmäßig abzudecken. Die Referenzmessungen kann der Kunde selbst vornehmen oder OptiSense mit der Messung beauftragen.

Der PaintChecker Mobile als Messgerät

Für den mobilen Einsatz vor Ort bietet sich der OptiSense PaintChecker Mobile LED-R an. Das tragbare, akkubetriebene Messgerät verwendet eine Infrarot-Lichtquelle, deren Wellenlänge sich gut zur Anregung des Decklacks eignet. Der Messvorgang erfolgt in zwei Phasen: Zunächst wird mit einer Einstellung mit großem Messbereich, aber eingeschränkter Genauigkeit gemessen. Ist die ungefähre Schichtdicke bekannt, wird direkt anschließend mit einer dafür optimierten, zweiten Einstellung der genaue Mess-

wert bestimmt. Insgesamt werden innerhalb von einer Sekunde 5 Messungen vorgenommen, die Messwerte gemittelt, auf dem Handgerät angezeigt und gespeichert. Um möglichst schnelle Messungen zu erreichen, arbeitet die Lichtquelle dabei mit kurzen Impulsen maximaler Intensität.

Beeindruckende Messergebnisse

Trotz des sehr großen Messbereichs von 15 - 250 µm korrelieren die Messwerte des PaintChecker Mobile LED-R ausgezeichnet mit den Referenzwerten aus der Keilschnittmessung mit dem Paint Borer. Die Standardabweichung (Streuweite) der PaintChecker Mobile Messwerte ist fast eine Größenordnung geringer als die der Keilschnittmessung. Damit zeigt sich die deutliche Überlegenheit der photothermischen Messung gegenüber anderen Methoden.

Fazit: Besser als alle anderen Verfahren

Mit der photothermischen Schichtdickenmessung kann der Decklack einer zweilagigen Beschichtung in einem weiten Schichtdickenbereich gemessen werden. Im Gegensatz zum Keilschnitt erfolgt die Messung berührungsfrei und kann damit auch an Serienteilen und in der Wartung angewendet werden. Genauigkeit und Reproduzierbarkeit übertreffen die bisheriger Messverfahren.

Die photothermische Messung mit dem OptiSense PaintChecker Mobile ist schnell und mit wenig Aufwand am montierten Bauteil durchführbar.

Es werden keine speziellen Fachkenntnisse benötigt. Die Messung ist leicht in bestehende Herstellungs- und Wartungsprozesse integrierbar.

Untersuchungsergebnisse	
Korrelationskoeffizient von photothermischer und Keilschnittmessung	0,9941
Standardabweichung der photothermischen Messung von der Keilschnittmessung	5,36 µm
Mittlere Standardabweichung der photothermischen Messwerte	0,2 µm