



Messprozesse unterliegen vielfältigen Einflussfaktoren, die zu Messunsicherheiten führen. Mit dem VDA Band 5 liegt eine praxistaugliche Vorgehensweise vor, um der durch Normen und Richtlinien geforderten Abschätzung der Messdiskrepanzen gerecht zu werden. Der VDA nennt dabei typische, zu untersuchende Einflussgrößen, verlangt aber vom Anwender sicherzustellen, dass keine relevanten Größen vernachlässigt werden.

Dabei unterstützt OptiSense die Beschichter: Mit der „Re-Kalibrierung“ stellt der Sensorhersteller aus Haltern sicher, dass seine Schichtdickenmessgeräte der anspruchsvollen VDA 5 entsprechen. Die Beschichtungsunternehmen profitieren durch diesen Service von mehr Prozesssicherheit und erhöhen damit die Qualität ihrer Produkte.

## **Kunden fordern immer höhere Qualitätsmaßstäbe**

Die Prüfprozesseignung nach VDA Band 5 ist mittlerweile etabliert. Der Volkswagen-Konzern (VW, Audi, Seat, Skoda...) hat seine Richtlinie schon vor Jahren umgestellt, der Daimler Leitfaden ist auf die aktuelle Auflage des VDA 5 abgestimmt und auch BMW hat den Group-Standard angepasst. Damit werden aber auch die Forderungen an die Qualität industrieller Beschichtungen immer höher. Die eingesetzten Prüfmittel und deren Messergebnisse entscheiden meist unmittelbar über die Qualität des Produktes. Eine regelmäßige Kalibrierung der Schichtdickenmesssysteme ist daher ein wichtiger Bestandteil der Qualitätssicherung. Allerdings sind die von den Normen und Richtlinien geforderten Messprozess-Eignungsnachweise für Unternehmen eine Herausforderung.

## **Einflusskomponenten auf das Messsystem**

Die Vielzahl an Einflussgrößen auf ein Messergebnis zeigt das Fischgräten-Diagramm. Der VDA 5 teilt darin alle Einflusskomponenten eines Messprozesses in zwei Gruppen ein: zum einen spielen Mensch, Messobjekt, Auswertemethode und Umwelt eine wichtige Rolle. In der zweiten Gruppe sind alle Einflussfaktoren zusammengefasst, die dem Messsystem zugeordnet werden können. Das sind die Unsicherheiten aufgrund des Normals, der Aufnahmevorrichtung, des Messmittels und der Messmethode. Damit kann abgeschätzt werden, ob das Schichtdickenmesssystem überhaupt infrage kommt. Die Einflusskomponenten auf den Messprozess werden mit Standardunsicherheiten  $\mu$  bewertet und in einem Unsicherheitsbudget dargestellt, für dessen Vollständigkeit der Anwender Verantwortung trägt. Das Thema ist also komplex.

## **Messsystem-Eignung nach VDA 5**

Um Fehlinterpretationen zu vermeiden, müssen die erfassten Messwerte den tatsächlichen Sachverhalt ausreichend sicher widerspiegeln, mit anderen Worten: Die Messsysteme müssen für den jeweiligen Anwendungsfall geeignet sein. Denn die Schichtdickenmesswerte entscheiden letztendlich über die Akzeptanz von Produkten, müssen daher absolut verlässlich sein und die angestrebte Beschichtungsqualität hinreichend genau quantifizieren. Das Kalibrieren von Messgeräten liefert einen wesentlichen Beitrag dazu, denn durch die Kalibrierung der Messsysteme wird die Qualität gesichert und Ausschuss, Nacharbeiten oder Ersatzansprüche vermieden. Aus diesem Grund müssen alle Messgeräte, die für qualitätsrelevante Aufgaben verwendet werden, in bestimmten Abständen kalibriert werden. Dies ist zwingend erforderlich, denn schon kleinste Messfehler können drastische Auswirkungen auf die Sicherheit von Produktionsprozessen oder auf die Qualität von Produkten haben.

## **Kalibrierung bedeutet mehr Präzision und mehr Sicherheit**

Kalibrieren beschreibt den Vergleich des Messwertes eines Gerätes mit dem Messwert eines Referenzgerätes (auch Bezugsnormal genannt) unter speziell definierten Bedingungen. Weitere wichtige Aspekte der Kalibrierung sind das Dokumentieren der festgestellten Abweichung zwischen untersuchtem Messgerät und dem Bezugsnormal und die Berechnung der daraus resultierenden Messunsicherheit. Diese Werte werden in dem Kalibrierzertifikat festgehalten.

## **Re-Kalibrierservice für höchste Messsicherheit ein (Messsystem-)Leben lang**

Um die erweiterte Messunsicherheit im Sinne des VDA 5 auch direkt in der Fertigung bzw. Produktion praktikabel bestimmen zu können, bietet OptiSense den Re-Kalibrierservice an. Dieser sichert höchstgenaue Messwerte über den gesamten Lebenszyklus des Messsystems.

Dazu wird gemeinsam mit dem Kunden zunächst der Messprozess beschrieben. Hier gilt es, die relevanten Parameter wie Material, Beschichtung, Substrat, Rauheit und gewünschte Schichtdickentoleranzen, festzuhalten. Danach fertigt OptiSense den sogenannten Referenzmeister. Das sind auf einem Prüfkörper angebrachte Lackproben, die miwerden, die auch in der Produktion eingesetzt wird. Falls keine Proben zur Verfügung stehen, werden diese gemeinsam mit dem Kunden erstellt. Die Referenzproben decken durch ihre Originalbeschichtung auf Originalsubstrat in 15%-Abstufungen des Schichtdickenbereichs die photothermische Norm nach Typ 3 für Kalibrierungen maximal ab.

## Die Bestimmung der Messunsicherheit

Jetzt geht es an die eigentliche Messung; dabei dient als Referenz das Wirbelstromverfahren. Zunächst wird überprüft, ob die Auflösung des Messgeräts kleiner als die Toleranz ist. Ist die Auflösung nicht ausreichend, führt dies zu einer zu gering abgeschätzten Streuung; damit ist keine sinnvolle Beurteilung mehr möglich.

## Kleine Geschichte zur Prüfprozesseignung

Im Laufe der Jahre haben sich unterschiedliche Vorgehensweisen herauskristallisiert, um die Eignung eines Prüfprozesses nachzuweisen. Die sicherlich umfassendste Vorgehensweise ist in der GUM (Guide to expression of Uncertainty in Measurement) beschrieben. Auf dieser GUM basieren vereinfachte und damit praxisrelevantere Vorgehensweisen.

Erste Richtlinien zu Prüfprozessfähigkeitsuntersuchungen wurden bereits Ende der 1980er von GM und Ford veröffentlicht, gefolgt von BOSCH in Deutschland. In den 90er Jahren entstand in den USA der heute weit verbreitete Leitfaden MSA (Measurement System Analysis). Er resultiert aus den Qualitätsproblemen der Zulieferer für die amerikanische Automobilindustrie und dient noch heute als Basis für viele Firmenrichtlinien.

Als europäisches Pendant zur MSA publizierte der VDA (Verband der Deutschen Automobil industrie) Band 5 P. Basierend auf dem VDA Band veröffentlicht die ISO (International Standard Organisation) die Norm ISO 22515-7 CMP.

Der VDA Band 5 und die ISO 22515-7 orientieren sich an der GUM und geben praxisrelevante Hilfestellungen, wie für die jeweiligen Prüfprozesse die Messunsicherheit bestimmt werden kann. Die Eignung eines Prüfprozesses wird dabei anhand des Verhältnisses Messunsicherheit zu einer vorgegebenen Spezifikation bewertet.

Zur Bestimmung der erweiterten Messunsicherheit des Messsystems bieten sich Wiederholungsmessungen an den Referenzproben an. Jeder OptiSense-Sensor vermisst dazu jede einzelne Referenzprobe 10 Mal in einem fixierten Probenhalter. Daraus werden Schichtdicke und die Streuung des Messgeräts bzw. die systematischen Messabweichung ermittelt. Ergänzt durch die Unsicherheit des Normals kann nun der Eignungskennwert berechnet werden. Die abschließende Auswertung der Re-Kalibrierung zeigt, ob das Messsystem innerhalb der geforderten Toleranzen liegt und somit geeignet ist, einen Prozess genauso sicher zu messen wie im einstigen Auslieferungszustand.

## Mehr Service und mehr Messsicherheit erhöhen die Produktqualität

OptiSense garantiert mit dem Re-Kalibrierservice die regelmäßige Kalibrierung der Messsysteme, die den Kern jedes Prüfmittelmanagements bilden. Die Beschichter profitieren durch diesen exzellenten Service von mehr Sicherheit und erhöhen die Qualität Ihrer Produkte und damit die Zufriedenheit Ihrer Kunden.

### KONTAKT

#### OptiSense GmbH & Co. KG

Annabergstraße 120  
45721 Haltern am See  
DEUTSCHLAND

+49 2364 50882-0  
info@optisense.com  
<http://www.optisense.com>