

Das Ende der Kreidezeit

Vor der optischen Messung von Bauteilgeometrien werden transparente, glänzende oder dunkle Prüflinge mit Weißstoffen eingesprüht, um bessere Messbedingungen an der Oberfläche zu schaffen. Konventionelle, beständige Mattierungsmittel verursachen oft Probleme. Im Rahmen eines Förderprojekts wurden Stoffgemische ermittelt, die für kurze Zeit dünne messfähige Reflexionsschichten ermöglichen und keine Rückstände auf den Oberflächen hinterlassen.

Dr. Christian Siebenhaar, Ines Thon

Moderne optische Messgeräte sind in der Lage, Geometrien an Bauteilen in kurzer Zeit dreidimensional zu erfassen. In der Industrie gewinnen deshalb Laser- und Streifenlichtverfahren für die Produktentwicklung und Qualitätssicherung stetig an Bedeutung.

Für das optische 3D-Scannen von technischen Objekten werden Messungen mit wenigen Einzelaufnahmen und kurzer Messzeit angestrebt. Detektionsfehler sollen dabei minimal sein, um die erstellten Geometriedaten (STL-Daten) aufwandsarm aufbereiten und schnell mit hinterlegten Konstruktionsdaten vergleichen zu können. Dabei bestimmt das Lichtreflexionsverhalten der zu messenden Oberflächen den Erfolg einer Messung. Viele der am Markt erhältlichen optischen Messsysteme erreichen ihre Einsatzgrenzen, wenn Oberflächen zu scannen sind, die das Sensorlicht durchlassen, absorbieren oder spiegeln.

Probleme mit Weißstoffen

Vor dem Digitalisieren werden deshalb transparente, glänzende oder dunkle Prüflinge mit Weißstoffen eingesprüht, häufig als Kreidemittel bezeichnet, um kurzzeitig bessere Messbedingungen auf den Oberflächen zu schaffen. Jedoch ist ein Applizieren dieser Mittel auf jene Prüf-



Bild 1 > Sprühbild-Vergleich des flüchtigen, pigmentfreien Mittels (oben) und des konventionellen, beständigen Weißsprays mit TiO₂-Pigmenten (unten). (Farbkamera, Hellfeld-Licht, Objektiv Makro 1x, Messfeld (FOV) 4,5 mm x 1,0 mm, Glassubstrat)

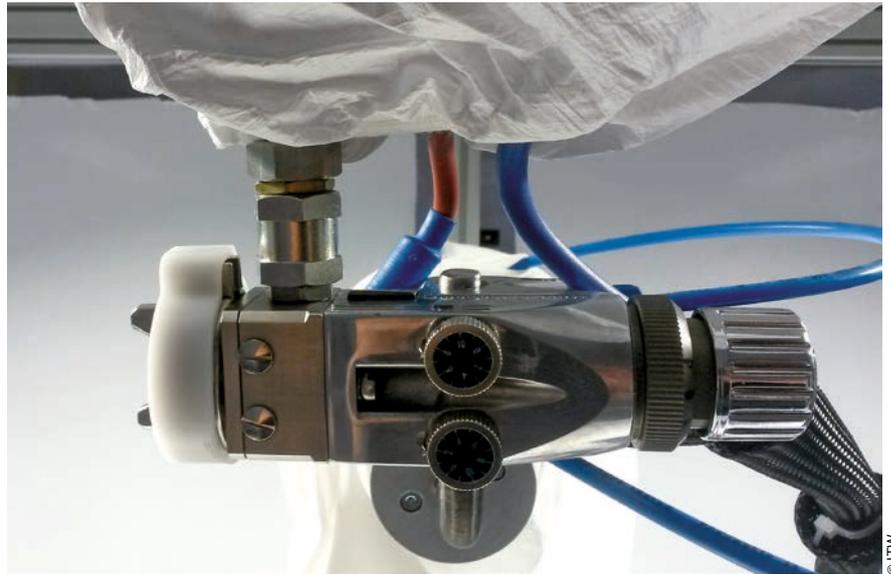
linge beschränkt, die aufgrund ihrer Geometrie leicht zu reinigen sind oder wegen ihres geringen Einzelwertes weggeworfen werden können. Der Pulverbelag liegt nur lose auf und kann bei Berührung schnell beschädigt werden. Ein Übersprühen der defekten Stelle reicht nicht aus, es muss die gesamte Schicht auf dem Messobjekt entfernt und erneuert werden.

Für Bauteile mit hoher Formkomplexität, großen Abmessungen und sensiblen Oberflächen bereiten die beständigen Mattierungsmittel zusätzliche Probleme: Die festen anorganischen Pigmente in Kom-

bination mit organischen Lösemitteln beziehungsweise Wasser verursachen irreversible Schäden, beispielsweise durch Kontamination, Abrasion oder Korrosion. Beispiele sind Formteile mit offen poröser Oberfläche und Formteile aus Kunststoff- oder Gusseisenwerkstoff.

Das Entfernen des weißen Pulverbelages ist aufwendig und kostspielig sowie nicht immer rückstandsfrei möglich, beispielsweise bleibt ein Grauschleier bei schwarz eloxierten Objekten zurück. Oft sind die Objekte nach dem Scannen unbrauchbar und müssen entsorgt werden.

Bild 2 > Die Verarbeitung erfolgt unter Wärmezufuhr mit einem Spritzapparat mit integrierten Heizelementen an Becher und Materialdüse sowie für die Luftzufuhr.



Schonende Mattierung

Am ITW Chemnitz wurde deshalb nach neuen Möglichkeiten für eine schonende Mattierung von Funktionsoberflächen an Messobjekten geforscht. In der Stoffklasse der Kohlenwasserstoffe wurden chemische Verbindungen mit ausreichend hohem optischen Brechungsindex ermittelt, die bereits unter Normalatmosphäre vom festen in den gasförmigen Aggregatzustand übergehen.

Mit Projektende liegen nun stoffliche Rezepturen vor, die für kurze Zeit auf technischen Oberflächen dünne messfähige Reflexionsschichten ermöglichen. Die organischen Stoffgemische sind chemisch neutral und gesundheitlich unbedenklich. Mehrkosten im Vergleich zu konventionellen Weißmitteln entstehen nicht. Im Gegensatz zu bisher verwendeten Weißpigmenten wird die Lichtreflexion durch Art, Größe und Anordnung von kurzlebigen Kristallen erzeugt.

Applizieren mittels Luftzerstäubung

Für die optimale Verarbeitung der neuen Stoffgemische arbeitet das Institut mit der Firma Krautzberger in Eltville zusammen. Das Applizieren der flüchtigen Stoffgemische erfolgt mittels feiner Luftzerstäubung. Je nach Rezeptur und Auftragsver-

fahren sind die gebildeten Schichten leicht matt bis weiß deckend.

Beim Zerstäuben aus der „kalten“ Lösung entsteht eine dünne, helle Schicht mit Matteeffekt. Die bereits bei Raumtemperatur flüssige Lösung kann ohne Wärmeunterstützung versprüht werden. Eine Stoffverfestigung und der daraus resultierende Materialstau in der Sprüheinrichtung sind ausgeschlossen. Die fertig abgemischte Lösung ist bei Raumtemperatur im verschlossenen Gefäß stabil lagerfähig und sofort einsetzbar.

Beim Zerstäuben aus der Schmelze entsteht eine kristalline Weißschicht, die hoch deckend ist und ein ähnlich gutes Reflexionsvermögen hat wie TiO_2 . *Bild 1* zeigt dazu ein Sprühbild-Vergleich. Die Verarbeitung erfolgt unter Wärmezufuhr mit einem Spritzapparat, wie in *Bild 2* abgebildet. Dieser besitzt integrierte elektrische Heizelemente an Becher und Materialdüse sowie für die Luftzufuhr.

Beide Auftragsverfahren erweisen sich als gut dosierbar und zuverlässig, um Mikrometerschichten gleichmäßig auf große Substratflächen abzuschneiden. Oberflächenspannung und Dichte der Beschichtungspartner haben nur einen geringen Einfluss auf die Schichtbildung. Oberflächen aus Glas und Metall müssen nicht vorbehandelt, zum Beispiel aktiviert, werden.

Vorteilhaft ist, dass die Verarbeitung ohne konventionelle Lösemittel auskommt. Schädigende Wechselwirkungen an sensiblen Substraten wie Degradationen oder Verfärbungen sind somit ausgeschlossen.

Keine Rückstände auf den Oberflächen

Abhängig von Beschichtungsstoff und Schichtdicke liegt die Verweildauer im Bereich von wenigen Minuten bis mehreren Stunden. Nach der Messung sublimieren die Reflexionsschichten unter Normalatmosphäre, ohne Rückstände auf den Oberflächen zu hinterlassen. Eine finale Reinigung ist nicht erforderlich.

Durch gezielte Luftventilation und moderate Erwärmung dampfen die dünnen Reflexionsschichten beschleunigt ab. Dies ist leicht durch eine Heißluftpistole möglich. Schichten auf großvolumigen Bauteilen können wenige Minuten im Laborofen oder Trockenschrank bei moderaten Temperaturen abdampfen. Für unempfindliche Objektflächen ist das Reinigen mit Lösemitteln eine einfache Methode.

Gute optische Digitalisierung

Die erzeugten flüchtigen Mattierungen eignen sich für optische Messungen mit Streifenprojektions- und Laserverfahren.

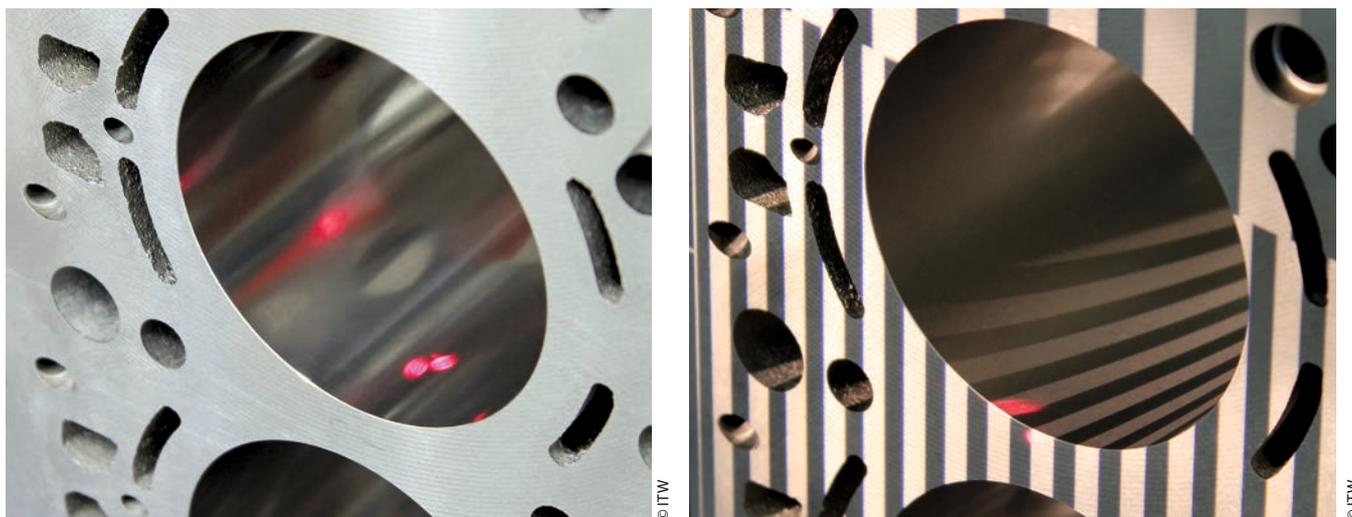


Bild 3 > Kameraaufnahme eines Motorblocks am Übergang in eine spanend bearbeitete Zylinderbohrung mit spiegelnder Innenfläche mittels strukturierten Lichts (links). Nach der Vorbereitung mit dem flüchtigen pigmentfreien Mittel ist der Glanz der Bohrungswand in strukturiertem Licht gebrochen (rechts).

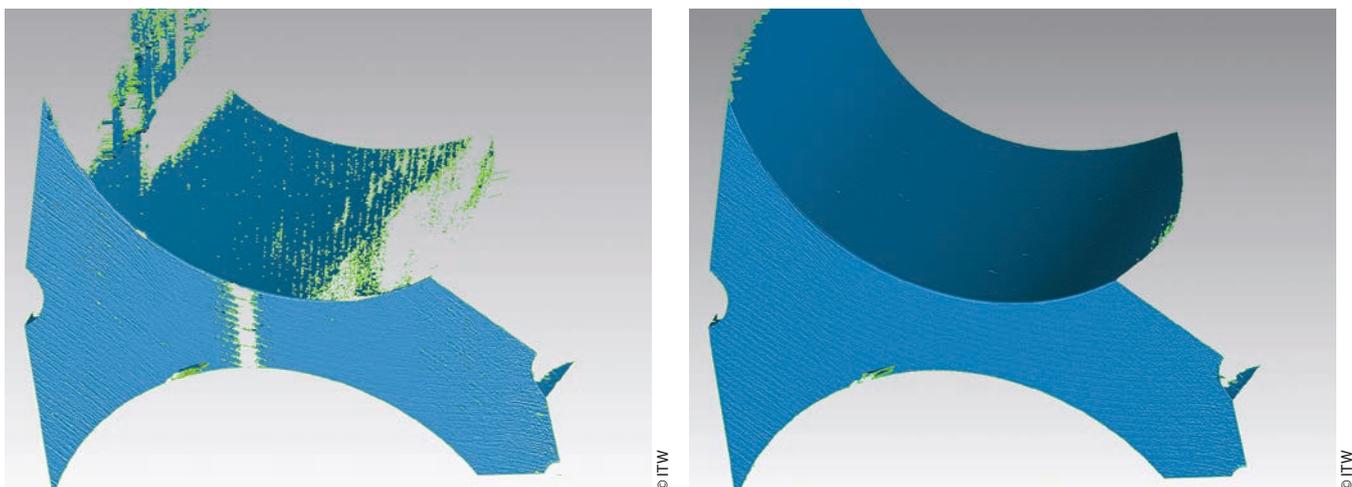


Bild 4 > Die optische Digitalisierung zeigt, dass im Gegensatz zum unbehandelten Motorblock (links) alle aufbereiteten Kanten, Konturen und Flächen am Objektbereich gut abgebildet werden und in ein Geometriemodell rückführbar sind (rechts). (STL-Daten, smartSCAN-HE, Messfeld (FOV) 125 mm.)

Die Messfähigkeit der kurzlebigen Schichten wurde mit Messgeräten von Aicon 3D Systems (Streifenprojektion) und Micro Epsilon (Lasersensor) nachgewiesen.

Bild 3 zeigt die Kameraaufnahme eines Motorblocks am Übergang in eine spanend bearbeitete Zylinderbohrung mit spiegelnder Innenfläche (links). Nach der Vorbereitung mit dem flüchtigen pigmentfreien Mittel ist der Glanz der Bohrungswand im strukturierten Licht gebrochen (rechts).

Bild 4 zeigt Ergebnisse der optischen Digitalisierung links ohne Mattierung und rechts nach der Behandlung mit einem flüchtigen Stoffgemisch. Alle aufbereiteten Kanten, Konturen und Flächen am

Objektbereich werden gut abgebildet und sind in ein Geometriemodell rückführbar. Weitere Messvergleiche erbrachten keine signifikanten Unterschiede zu den Ergebnissen des pigmenthaltigen beständigen Weißsprays.

Vielfältige Einsatzmöglichkeiten der flüchtigen Mattierungen bestehen für optische Digitalisierungen im Automobilbau und darüber hinaus, insbesondere für formkomplizierte Prototypen aus Metall, Glas, Keramik und Kunststoff, für wertintensive Serienkomponenten aus spanender, abtragender und umformender Fertigung und für große Struktur- und Flächenbauteile, zum Beispiel Produkte aus Carbon-Fasern.

Die Untersuchungen wurden mit finanziellen Mitteln vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie / Projektträger Euronorm GmbH (INNO-KOM) unterstützt. //

Die Autoren

Dr. Ing. Christian Siebenhaar

B. Sc. Ines Thon

Optische Messtechnik, ITW e.V. Chemnitz
Chemnitz, Tel. +49 (0) 371 38 252-0
info@itw-chemnitz.de, www.itw-chemnitz.de