

## Makellose Lackoberflächen

# Automatische Inspektion statt manueller Sichtkontrolle

Auch wenn moderne technische Hilfsmittel eingesetzt werden – die visuelle Sichtkontrolle der Lackoberfläche einer Karosserie ist immer subjektiv. Objektiver und zuverlässiger ist hier ein neues vollautomatisches Messsystem, das ähnlich wie ein Lichttunnel arbeitet.

Jeder Autokauf ist eine höchst emotionale Angelegenheit – speziell die optische Perfektion spielt dabei eine entscheidende Rolle und ist maßgeblich für den ersten Eindruck verantwortlich. Selbst ein relativ kleiner Fehler im ansonsten makellosen Lack führt zur Verunsicherung des Käufers mit teilweise drastischen Folgen: Internet-Foren belegen Fälle von Rabattverhandlungen, im Extremfall wird auch ganz vom Kauf zurückgetreten. Leider ist dies trotz der optimierten Lackierungstechniken von heute keine seltene Situation. Um derartige Szenarien zu vermeiden, treiben Fahrzeughersteller einen bedeutenden Aufwand für die Oberflächenüberprüfung. Spezielle Lichttunnel werden verwendet, um Belichtungsbedingungen zu schaffen, mit denen eine Defekterkennung bis in

den Zehntel-Millimeterbereich möglich wird.

### Visuelle Sichtkontrollen sind nicht zuverlässig genug

Trotz all der technischen Hilfsmittel sind visuelle Sichtkontrollen nie sehr zuverlässig. Bekanntlich variiert die Erkennungsrate mit der Tageszeit und wird sehr stark von menschlichen Eigenschaften wie Ermüdung oder Konzentrationsschwankungen beeinflusst. Der Sensorspezialist Micro-Epsilon löst dieses Problem mit dem Messsystem „Reflect-Control“. Die manuelle Sichtkontrolle wird durch ein reproduzierbares vollautomatisches System ersetzt, das ähnlich wie ein Lichttunnel arbeitet.

Basierend auf dem Prinzip der Deflektometrie, wird die Oberfläche des

Fahrzeuges als Spiegel verwendet. Eine Lichtquelle erzeugt wechselnde helle und dunkle Streifen auf dem Fahrzeug. Lackdefekte verursachen Verzerrungen in den gespiegelten Bildern, die automatisch erfasst und klassifiziert werden. Alternativ können die erkannten Defekte auch automatisch am Fahrzeug markiert werden, was die Nacharbeit deutlich erleichtert.

Durch die zuverlässige Erkennung von Defekten direkt nach der Lackierung reduziert das vollautomatische Messsystem die Anzahl der Defekte, die in die nachfolgenden Produktionsstufen übernommen werden, auf ein Minimum. Angesichts stark steigender Kosten für die Beseitigung eines Defekts, je später er im Prozess entdeckt wird, bietet das vollautomatische Messsystem ein jährliches Einsparpotenzial in Millionenhöhe für jeden Automobilhersteller.

### Prinzip der Deflektometrie

Im Gegensatz zu herkömmlichen optischen Ansätzen, bei denen die Oberfläche von einer Punktlichtquelle beleuchtet und das diffus reflektierte Licht von einer Kamera aufgenommen wird, verwendet die Deflektometrie eine Fläche als Lichtquelle, deren Direktreflexion ausgewertet wird. Grundsätzlich erlaubt dieser Ansatz die Inspektion von Objekten mit hochglänzenden Oberflächen, wie zum Beispiel lackierte Teile eines Fahrzeuges; hier versagen alternative Ansätze mit der Auswertung von diffuser Reflexion. Zudem reagiert das System extrem empfindlich auf Änderungen in der Oberflächenkrümmung, was die präzise Fehlerer-



© Micro-Epsilon

Das Oberflächen-Inspektionssystem kann überall dort genutzt werden, wo spiegelnde und glänzende Oberflächen auf Fehler überprüft werden müssen

kennung im Bereich weniger Mikrometer erst ermöglicht.

Doch Deflektometrie ist nicht gleich Deflektometrie: Das Herzstück der zuverlässigen Defekterkennung bildet die verwendete „Multi-Image-Aufnahme“. Dazu erzeugt der Monitor ein sinusförmiges Streifenmuster, das in mehreren Phasenschritten verschoben wird, wobei die Kameras jeweils eine Aufnahme der Oberfläche machen. Anschließend wird das Muster um 90° gedreht und der Vorgang wiederholt.

Dieser aufwendige Prozess der Datenaufnahme ermöglicht eine perfekt gleichmäßig hohe Auflösung über die gesamte Oberfläche. Dadurch wird jeder Fehler unabhängig von der Position auf der Oberfläche und seiner Ausrichtung sicher erkannt. Darüber hinaus werden unvermeidbare statistische Fehlereinflüsse der Bilder nicht als Pseudo-Fehler eingestuft, da sich diese bei der Verrechnung der Bilder selbstständig aufheben.

In Verbindung mit komplexen Bildverarbeitungsalgorithmen erkennt das vollautomatische Messsystem alle Defekte, die typischerweise auf der Fahrzeugkarosserie zu finden sind, wie zum Beispiel Einschlüsse oder Wöl-

bungen, einlackierte Fussel oder Haare, Kleberrückstände, Sprenkelungen, Krater, Lackablösung, Lacktropfen, Läufer, Nadelstiche, Overspray, Pressfehler, Riefen, Rohbaufehler, Schieberabzeichnungen, Schleiffehler, Schweißperlen, Spucker, Stippen, Teil-/Magerlackierungen, Verschmutzungen, Abdrücke von Berührungen oder Wassertropfen.

### Prüfung von Fahrzeugen

Die Inspektion der gesamten Karosserie auf Defekte bis herunter zu 0,3 mm Größe, und das bei einer typischen Produktionsgeschwindigkeit von 40 bis 60 Fahrzeugen je Stunde, gleicht einer Mammutaufgabe. Um dies bewältigen zu können, wird das vollautomatische Messsystem in der Linie an bis zu vier parallel arbeitenden Robotern appliziert. Alle Systeme sind mit einem großen Monitor und vier Kameras ausgestattet.

Jede Kamera nimmt acht Bilder pro Messposition auf, wobei jede Prüfung weniger als eine Sekunde dauert. Bei üblichen Robotergeschwindigkeiten können somit circa 30 Positionen innerhalb eines 60-Sekunden-Zeitfensters überprüft werden. Mit dem Einsatz

von zwei Megapixel-Kameras entstehen insgesamt circa sieben Milliarden Grauwerte, die für jedes Fahrzeug aufgezeichnet und zeitnah verarbeitet werden müssen. Dies kann nur durch optimierte Software in einem dezentralen System erledigt werden.

### Bewährte Lösung

Das Oberflächen-Inspektionssystem Reflect-Control-Automotive ist in mehreren Linien im 3-Schicht-Betrieb zur Lackfehlerkontrolle von 100 Prozent der gefertigten Modelle im Einsatz und läuft zur vollsten Zufriedenheit der Kunden. Generell kann die Technologie überall dort genutzt werden, wo spiegelnde und glänzende Oberflächen auf Fehler überprüft werden müssen. Weitere mögliche Einsatzbeispiele sind die Oberflächenqualitätskontrolle von Displays oder von Präzisionsoptiken, wie sie zum Beispiel in Weltraumteleskopen zum Einsatz kommen. ■

#### Hannes Loferer

Produktmanager Oberflächenprüfung,  
Micro-Epsilon Messtechnik GmbH & Co. KG,  
Ortenburg, Tel. 08542 168-0,  
hannes.loferer@micro-epsilon.de,  
www.micro-epsilon.de