



1 Selbst einzelne partikuläre Verunreinigungen können zum Bauteil-Ausfall führen. Daher sind Messung und Klassifizierung von Partikeln direkt auf den kritischen Bauteiloberflächen erforderlich.

2 Durch die Kombination verschiedener Bildgebungsverfahren werden die Partikel direkt auf dem Bauteil erkannt und gemäß VDA19 nach Größe und Art klassifiziert: metallisch (rot), nicht-metallisch (grün), Faser (gelb).

Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM

Georges-Köhler-Allee 301
79110 Freiburg

Ansprechpartner

PD Dr.-Ing. Albrecht Brandenburg
Gruppenleiter

Optische Oberflächenanalytik
Telefon +49 761 8857-306

albrecht.brandenburg@ipm.fraunhofer.de

www.ipm.fraunhofer.de

INLINE-PARTIKELDETEKTOR PARTIKULÄRE VERUNREINIGUNGEN ERKENNEN UND BILDGEBEND KLASSIFIZIEREN

Technische Sauberkeit ist ein entscheidendes Kriterium für die Lebensdauer beanspruchter Bauteile. Kritisch sind insbesondere Verunreinigungen durch Metallpartikel. Bereits einzelne Späne können zum Ausfall einer gesamten Baugruppe führen. Doch ob ein Bauteil sauber genug ist für den nächsten Fertigungsschritt, wird in der Linie oft nicht zufriedenstellend beantwortet. Die Standardanalyse nach VDA 19 wird derzeit nur stichprobenartig durchgeführt. Mit dem neuen Inline-Partikeldetektor von Fraunhofer IPM gelingt die Reinheitskontrolle jetzt erstmals in der Linie.

Quantitative 100-Prozent-Kontrolle – direkt in der Linie

Der Inline-Partikeldetektor von Fraunhofer IPM ermöglicht eine 100-Prozent-Reinheitskontrolle direkt in der Linie. Das System

erkennt und bewertet partikuläre Verunreinigungen berührungslos und unmittelbar auf dem Bauteil. Aufwändige Extraktionsverfahren entfallen. Die Ergebnisse liegen in Echtzeit vor und können sofort in die Regelung der Prozesskette einfließen. Überschreitet die Menge der Verunreinigungen einen definierten Grenzwert, wird das Bauteil aussortiert oder erneut gereinigt und wieder in die Fertigung eingeschleust.

Der Inline-Partikeldetektor liefert sowohl Bilder als auch quantitative Messungen der Form, Position oder Menge der Verunreinigungen. Auf diese Weise hilft die orts aufgelöste Auswertung beim Optimieren der Produktionsabläufe. Darüber hinaus können die Ergebnisse im kundeneigenen QM-System hinterlegt werden, um Qualitätsmerkmale zu dokumentieren. Das gewährleistet die Dokumentation der Oberflächenreinheit entlang der gesamten Prozesskette – einschließlich aller Zulieferer.



Systemkonzept passend zur Aufgabe

Optik und Beleuchtung des Inline-Partikeldetektors sind in einem miniaturisierten Messkopf untergebracht, der mit einem Roboterarm über das Bauteil geführt werden kann. Angepasst an die jeweilige Bauteilgeometrie können mit einem solchen Messkopf auch komplex geformte Bauteile inspiziert werden.

Abbildung 1 zeigt als Beispiel die Implementierung des Systems zur Inspektion von Zylinder-Bohrungen eines Verbrennungsmotors. Mit einem solchen System lassen sich Partikel zuverlässig nach Art und Größe klassifizieren. Die so erfassten Daten können anwenderfreundlich über bereitgestellte Software-Schnittstellen genutzt werden, beispielsweise zur Ansteuerung in Verbindung mit der vorhandenen Anlagensteuerung oder zur Anzeige und Speicherung der Ergebnisse in vorhandenen Qualitätsdokumentationssystemen.

Klassifizierung partikulärer Verunreinigungen direkt auf dem Bauteil

Die Bestimmung der Partikelgröße alleine reicht zur Qualitätssicherung nicht aus. Notwendig ist auch eine Klassifizierung nach Partikelart. Dazu werden verschiedene Bildgebungsverfahren in einem System kombiniert (Abb. 2). Analog zur VDA 19 Standardanalyse wird hierbei ausgenutzt, dass metallische Partikel bei geeigneter Beleuchtung metalltypisch glänzen. Mittels Bildverarbeitung lassen sich somit kritische Metallpartikel von unkritischen Fasern und nicht-metallischen Partikeln unterscheiden. Je nach Partikelklasse können unterschiedliche Grenzwerte im System hinterlegt werden.

Zuverlässige Erkennung auch auf stark strukturierten Bauteilen

Gerade auf stark strukturierten Bauteilen ist die Erkennung von Partikeln mittels Bildgebung oft herausfordernd. Fraunhofer IPM verfügt über umfangreiche Systemkompe-

3 Auf strukturierten Flächen sind Partikel optisch oft nur schwer erkennbar (links). Macht man jedoch von derselben Oberfläche ein zweites Bild, nachdem die Lage eventuell vorhandener Partikel per Druckluft verändert wurde (Mitte), so werden die Partikel im Differenzbild problemlos sichtbar (rechts) und lassen sich somit zuverlässig entfernen.

tenz, um die Bildgebung an fast jede Aufgabe speziell anzupassen. Abbildung 3 demonstriert beispielhaft ein innovatives Verfahren, das die Detektion von Partikeln auch auf bestückten Platinen und vergleichbar komplexen Bauteilen ermöglicht. In einem gewöhnlichen Bild (links) sind Partikel nahezu nicht von den Bauteilstrukturen unterscheidbar. Nun wird ausgenutzt, dass die Partikel nicht oder nur leicht an das Bauteil gebunden sind. Bei Applikation eines Druckluft-Pulses ändern sie ihre Position bzw. Lage, was in einem zweiten Bild (Mitte) erfasst wird. Im Differenzbild (rechts) ist der Partikel schließlich kontrastreich erkennbar.

Typische Systemeigenschaften

Sichtfeld	19 x 14 mm ²
Pixelauflösung	5 µm
Geschwindigkeit	0,1 s / Bild
Klassifizierung Partikelgröße	20 µm – 2 mm
Klassifizierung Partikelart	metallisch, nicht-metallisch, Faser

Angaben freibleibend, technische Änderungen vorbehalten.