



# Qualität und Zuverlässigkeit

Die Zeitschrift für Qualitätsmanagement und Qualitätssicherung

**30** Interessierte Parteien:  
Wie man sie systematisch ermittelt

**34** Rechtstipp: Mängel beim Wareneingang unverzüglich anzeigen

**54** Grundlagen: Messung komplex geformter Präzisionskomponenten

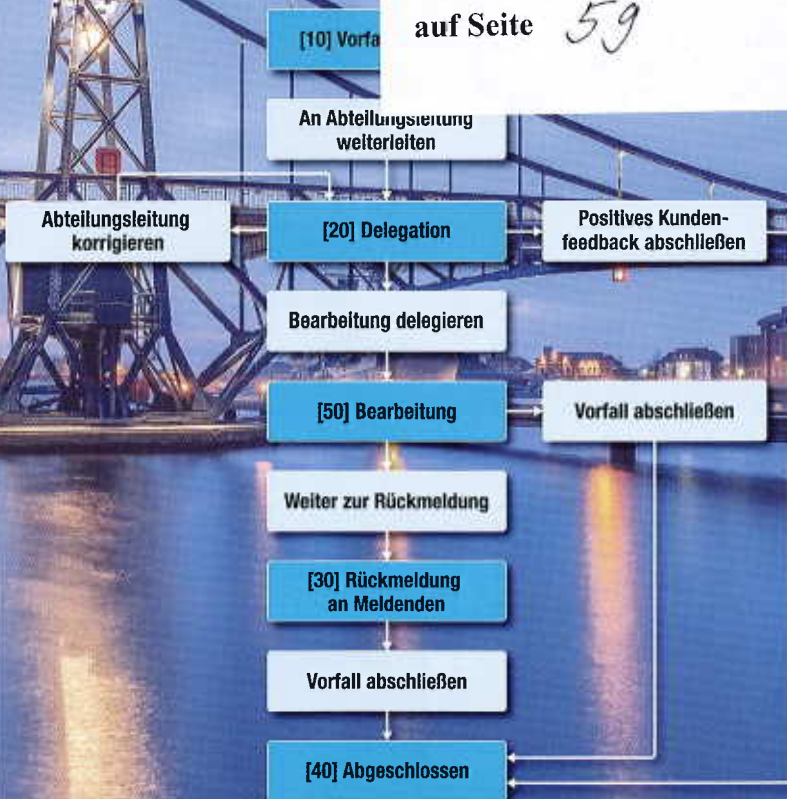
www.qz-online.de

06/2017



Bitte beachten Sie den Beitrag/  
die Buchvorstellung/die Nachricht

auf Seite *59*



www.consense-gmbh.de

Bild: © iStock.com/Verstfresan

# Genauer als im Messraum

## Optisches Inline-Inspektionssystem für Zylinderlaufflächen

Ein ausgeklügeltes optisches Messsystem ist das Herzstück einer Anlage zur thermischen Beschichtung von Zylinderlaufflächen in der Serienfertigung. Das Inline-Prüfsystem erfasst Oberflächenfehler, Schichtdicke, Porosität, Rauheit sowie Oxidgehalt der Schicht. Anhand der Messwerte lassen sich die Beschichtungsparameter im laufenden Prozess automatisch optimieren.

Wolfgang Ullrich

**D**er Trend hin zu Leichtbau-Verbrennungsmotoren macht thermische Beschichtungsverfahren für die Zylinderlaufflächen in der Serienfertigung immer attraktiver. Die Technik hat erhebliche Vorteile gegenüber den üblichen Grauguss- oder Leichtbaumotoren mit in den Motorblock eingepressten Stahllaufbuchsen. Thermisch beschichtete Zylinderlaufflächen sind korrosionsbeständiger, haben bessere tribologische Eigenschaften und niedrigere Blowby-Werte. Vor allem wiegen sie erheblich weniger, sind deutlich robuster und senken Kraftstoffverbrauch und Emissionen.

Das System ACCS (Advanced Cylinder Coating System) der Sturm-Gruppe mit Hauptsitz in Salching ist eine der ersten serienreifen Turn-Key-Anlagen mit integriertem Mess- und Inspektionssystem für die thermische Beschichtung von Zylinderlaufflächen (Bild 1). Das Zylinderkurbelgehäuse durchläuft in der Anlage vier Bearbeitungsstufen. Zunächst wird die Zylinderbohrung aktiviert, um einen geeigneten Untergrund zur mikromechanischen Verbindung zwischen der Oberfläche und der späteren Schicht zu schaffen.

Nach einer Eingangskontrolle durch das Zylinder-Inspektionssystem ACCS-CI erfolgt die Beschichtung mittels des RSW-Verfahrens. Dabei wird ein Stahldraht durch einen Lichtbogen und ein Argon/Wasserstoff-Plasma abgeschmolzen. Eine rotierende Lanze sprüht die

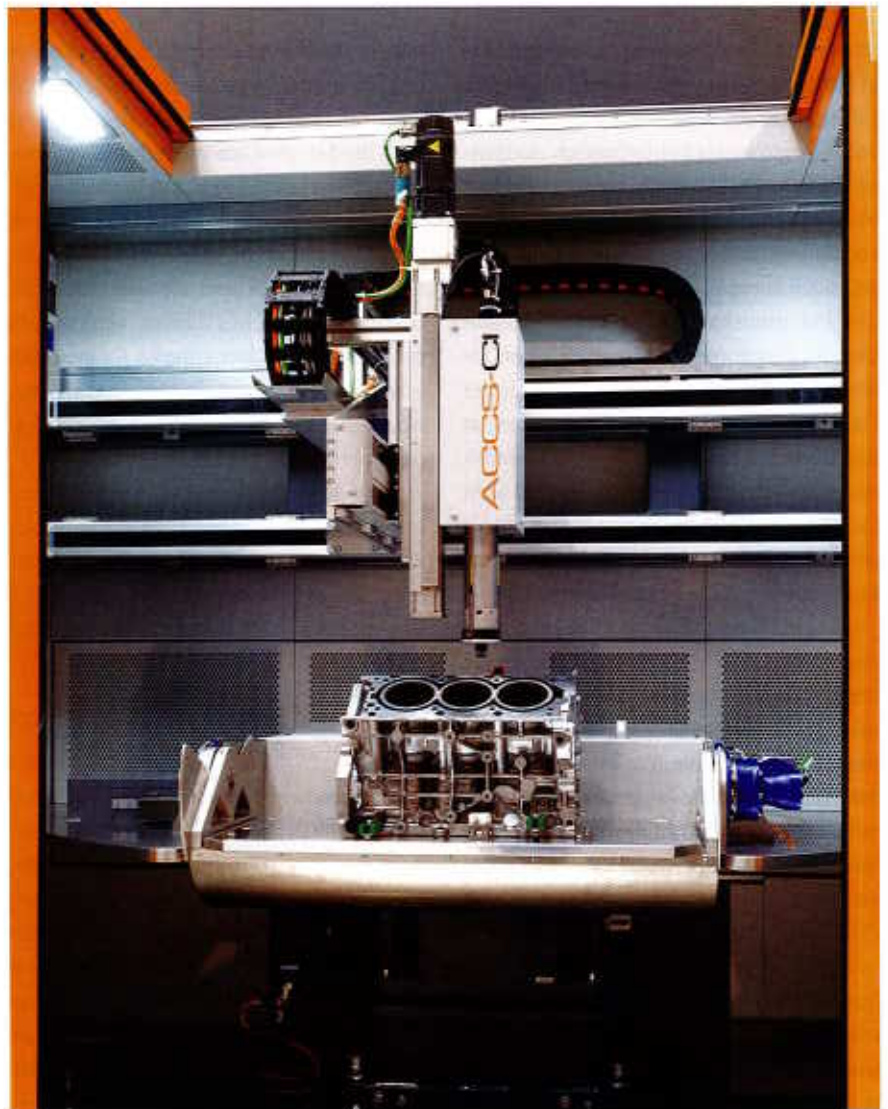


Bild 1. Das Zylinder-Inspektionssystem umfasst drei Messeinheiten, die innerhalb von ca. 10 s eine komplette Zylinderlauffläche umfassend prüfen. (© Sturm Maschinen- & Anlagenbau GmbH)

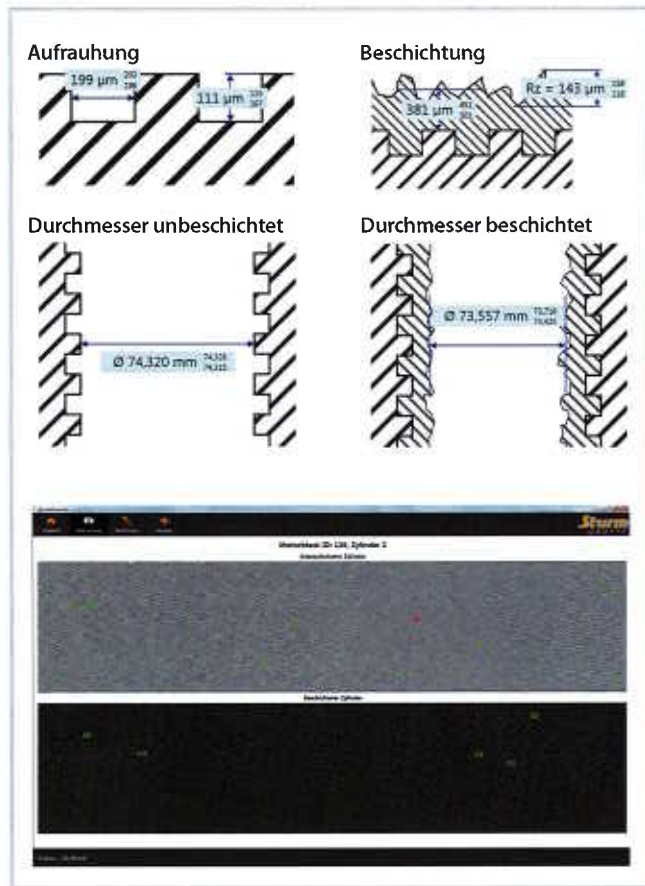


Bild 2. Oben: Die Profiler Unit misst vor und nach dem Beschichten den Zylinderdurchmesser, die Profilgeometrie und die Rauheit der aufgetragenen Schicht. Unten: Kameraaufnahmen der unbeschichteten und der beschichteten Zylinderlauffläche

(© Sturm Maschinen- & Anlagenbau GmbH)

zerstäubten Stahlpartikel mithilfe eines Transportgases – oder eines Transportgasgemischs aus Luft und Stickstoff – auf die Zylinderwand. Nach dem Beschichtungsvorgang erfolgt eine weitere Inspektion des Zylinderkurbelgehäuses, unter anderem werden die Schichtdicke ermittelt und mögliche Beschichtungsfehler detektiert. Nach dem Honen wird die Lauffläche erneut untersucht.

### 100-Prozent-Inspektion in der Nebenzeit

Das Messsystem zur Inspektion der Zylinderlaufflächen ist eine Eigenentwicklung des Bereichs Vision Technologies der Sturm-Gruppe. Die Motivation zur Entwicklung dieses Systems war der Wunsch vieler Kunden nach einer Lösung, die höhere Prozesssicherheit durch mehr Kenngrößen sowie höhere Messqualität bietet und die schritthalte im Fertigungsprozess misst.

Die Herausforderung bestand darin, ein robustes Inspektionssystem zu entwickeln, das unter Produktionsbedingungen zuverlässige Messwerte liefert, eine hohe Verfügbarkeit bietet und hauptzeitparallel arbeitet. Das Ergebnis ist ein modulares

optisches Mess- und Inspektionssystem, das prozessrelevante Kenngrößen für die Fertigung von Zylinderkurbelgehäusen berührungslos ermittelt.

Der Zylinderinspektor ACCS-CI – bestehend aus Imaging Unit, Profiler Unit und Color Unit – ist so kompakt gestaltet, dass er für alle gängigen Pkw-Zylinderkurbelgehäuse eingesetzt werden kann. Ein wichtiges Ziel bei der Entwicklung war die Prozesssicherheit der Messungen. Vibrationen, die beispielsweise von Maschinen herrühren oder sich über den Boden übertragen, werden im Zylinderinspektor automatisch gedämpft und optisch kompensiert. Ebenfalls im Fokus standen die Lebensdauern der eingesetzten Komponenten und die Wartung des Systems.

Alle Lichtquellen sind durch sehr langlebige LEDs realisiert und die Sensoren sehr robust ausgeführt, sodass der Zylinderinspektor eine lange Lebensdauer hat und praktisch wartungsfrei ist. Er verfügt zudem über eine automatische Kalibrierung, die softwaregesteuert nach Bedarf ausgeführt wird.

Die drei Units inspizieren und messen innerhalb von circa 10 Sekunden eine >>>



# Technologie in Höchstform

## SmartScope™ Video- und Multisensor Messtechnik



**gvp** Messtechnik GmbH

Ein Unternehmen von Quality Vision International  
Der größte optische Multisensorkonzern der Welt

65719 Hofheim-Wallau  
T: 06122/9968-0 • www.ogpmbh.de

komplette Zylinderlauffläche. Die Imaging Unit, bestehend aus einem Kamerasystem mit nachfolgender Bildverarbeitung und zwei eigens für diese Anwendung entwickelten Hochleistungs-LED-Beleuchtungen, erfasst die Zylinderoberfläche. Die getrennte Anordnung und Ansteuerung von Hell- und Dunkelfeld-Beleuchtung macht es möglich, topografische sowie nicht topografische Fehler zuverlässig zu erkennen, zu typisieren und deren Größe zu bestimmen.

Die Imaging Unit untersucht die Zylinderoberfläche zu 100 Prozent über die gesamte Höhe. Ihre Auflösung variiert leicht in Abhängigkeit des Zylinderdurchmessers und beträgt für typische Pkw-Zylinder circa 50 Mikrometer.

### Inline-Messung der Oberflächenprofile

Die Profiler Unit ermöglicht erstmals eine schritthaltende Inline-Messung der Oberflächenprofile (Bild 2). Die Messung erfolgt mit hochauflösenden Abstandssensoren. Sie werden sehr präzise geführt und sind so angeordnet und kalibriert, dass Umgebungseinflüsse bereits durch die Anordnung weitestgehend unterdrückt werden.

Das konfokal-chromatische Messprinzip nutzt Brennweiteneffekte optischer Systeme bei unterschiedlichen Wellenlängen aus. Aus dem gemessenen Abstand werden Innendurchmesser und Zentrität sowie die Profilstrukturen und die Rauheitskennwerte der Beschichtung abgeleitet.

Mit Genauigkeiten von  $\pm 2,5 \mu\text{m}$  erreicht die Profiler Unit im laufenden Prozess Werte, die bisher nur im Messraum möglich waren. Dank dieser Messqualität und einer numerischen Steuerung aller beteiligten Achsen lässt sich aus Messungen vor und nach dem Beschichten die Schichtdicke ermitteln. Die Profiler Unit verfügt ebenfalls über eine LED-Lichtquelle, um möglichst weitgehende Wartungsfreiheit zu erreichen.

Die ACCS-Beschichtungsanlage kann mit den Gasen Luft und Stickstoff oder einem Luft-Stickstoff-Gemisch für den Transport der Stahlpartikel zur Zylinderwand arbeiten. Die Gaszusammensetzung bestimmt den Oxidgehalt der Schicht und damit zum Teil ihres späteren Eigenschaften. Je nach Oxidgehalt erscheint die Beschichtung heller oder dunkler und in verschiedenen Grau- und Graublautönen.

Die Color Unit beruht auf einem Farbsensor, der diese Helligkeits- und Farbvariationen aufnehmen und auswerten kann. Das Ergebnis der Messung dient nicht nur zum Aussteuern der Schichtqualität, sondern auch zur Überprüfung der Gasgemisch-Einstellung der Anlage.

### Perfekt eingestellter Prozess nach dem ersten Motorblock

Das Inspektionssystem ist in den Fertigungsprozess integriert und misst in den Nebenzeiten. Dadurch eröffnet sich die Möglichkeit, nach jedem Prozessschritt zu messen und anhand der Daten die Beschichtungsparameter automatisch zu optimieren.

Insgesamt kann das Zylinderkurbelgehäuse viermal gemessen werden. Nach dem Gießen und Abkühlen wird es auf Gussfehler, wie Poren und sichtbare Risse, geprüft. Die Profiler Unit bestimmt nach dem Aktivieren das Oberflächenprofil. Nach der Beschichtung erfolgen die Prüfung auf Beschichtungsfehler, die Bestimmung der Schichtfarbe sowie die Messung von Rauheit und Schichtdicke. Nach dem Honen werden Oberflächeneigenschaften, wie z. B. Poren, abschließend geprüft und die Honwinkel gemessen.

Alle Messdaten werden an eine Steuereinheit, den Coating Optimizer, übermittelt. Er ist in der Lage, innerhalb der Bearbeitung eines Zylinderkurbelgehäuses den Schichtdickenverlauf genau auf die Zielgröße einzustellen, sodass alle weiteren Gehäuse optimal beschichtet werden.

Vor allem die Anpassung der Materialmenge beim Beschichten spart unter anderem Beschichtungszeit, Energie und Material. So wird vermieden, dass beim abschließenden Honen unnötig viel überschüssiges Material wieder abgetragen werden muss. Insgesamt verbessert die automatische Prozessoptimierung die Qualität der Lauffläche und spart so zudem Ressourcen bei den nachfolgenden Prozessschritten.

Die ersten ACCS-Beschichtungsanlagen mit Zylinderinspektor sind bereits im Einsatz. Mittlerweile wird der Zylinderinspektor auch als Einzellösung nachgefragt. Er kann nicht nur integriert in der ACCS-Beschichtungsanlage betrieben werden, sondern lässt sich auch als Stand-alone-Lösung in bestehende Fertigungslinien integrieren. ■

## INFORMATION & SERVICE

### AUTOR

**Dr. Wolfgang Ullrich**, MBA, studierte Elektrotechnik und technische Informatik. Er ist Prokurist der Sturm Maschinen- und Anlagenbau GmbH und leitet den Geschäftsbereich Vision Technologies in München.

### KONTAKT

Dr. Wolfgang Ullrich  
T 089 54020891-0  
vision@sturm-gruppe.com  
www.sturm-gruppe.com

### QZ-ARCHIV

Diesen Beitrag finden Sie online:  
[www.qz-online.de/3079036](http://www.qz-online.de/3079036)

## Selbstlernend

FÜR DIE AUTOMATISCHE optische Inspektion von Mikroteilchen stützt sich das selbstlernende Tischgerät **CP Microparts Inspector** von **CP Automation**, Villaz-St-Pierre/Schweiz, auf künstliche Intelligenz und neuronale Netze. Die Prüfmaschine ersetzt damit laut Hersteller die menschliche Inspektion.



Das Inspektionssystem kann gleichbleibende Prüfkriterien an Teilen mit unterschiedlicher Geometrie und einem Durchmesser von 1 bis 40 mm inspizieren. Die Teile werden flach in einer Palette und ohne eine bestimmte Ausrichtung auf einer Fläche von 300 mm x 200 mm ausgelegt.

Das Inspektionsmuster (Workspace) wird anhand eines Katalogs mit korrekten Teilen und Ausschussteilen erstellt. Für die optische Inspektion ist es nicht mehr erforderlich, einen komplizierten Code zu erstellen. Alle ausgeführten Inspektionsvorgänge werden gespeichert.

Das optische Inspektionssystem kann in den Bereichen Medizintechnik, Automobilindustrie, Elektronik und Verbrauchsmaterialien eingesetzt werden und beispielsweise Uhren- und mechanische Komponenten sowie Schweißnähte prüfen.

CP Automation SA  
[www.cpaautomation.ch](http://www.cpaautomation.ch)

## Schweißnahterkennung

DAS MOTOSENSE-Kamerasystem des japanischen Herstellers Yaskawa mit Sitz in Eschborn soll besonders wirtschaftliche und hochpräzise adaptive Schweißapplikationen durch Roboter ermöglichen. Nahterkennung und -verfolgung finden laut Hersteller in Echtzeit statt. Mit dem System entfällt eine absolute Positionierung der Bauteile, die Wiederholgenauigkeit erhöht sich. Durch das Zusammenspiel von vorbereiteten Makrojobs, Vision-Algorithmen und technischem Support sieht die Firma gute Ergebnisse auch bei komplexen

Schweißaufgaben garantiert. Die Komplettlösung bietet eine flexible Plattform, bestehend aus einem Bildverarbeitungsmodul, einer Bildverarbeitungsprozesssteuerung und einer Schnittstelle zur firmeneigenen Robotersteuerung DX. In dieser Version soll selbst eine Nullspalt-Erkennung an Stumpfnähten möglich sein. Das System ist für MIG/MAG-, WIG- und Plasma-Schweißtechnologien anwendbar.

Yaskawa Europe GmbH  
[www.yaskawa.eu.com](http://www.yaskawa.eu.com)

**Baumer**  
Passion for Sensors

# Verdoppelt Ergebnisse!

Neue *VeriSens*® Vision Sensoren:  
Zweifache Geschwindigkeit. Industrial Ethernet integriert.



Mehr als nur «einfach»!  
Jetzt zweifach gut, wenn es um schnelle Prüfung von Positionen, Dimensionen, Text, Farben oder Codes mit nur einem Sensor geht. Zweifache Produktivität bei einfacher Bedienung – der neue *VeriSens*®.

Neugierig?  
[www.baumer.com/verisens](http://www.baumer.com/verisens)

Internet of  
Things IoT  
Industry 4.0

