

Dr. Johannes Wied

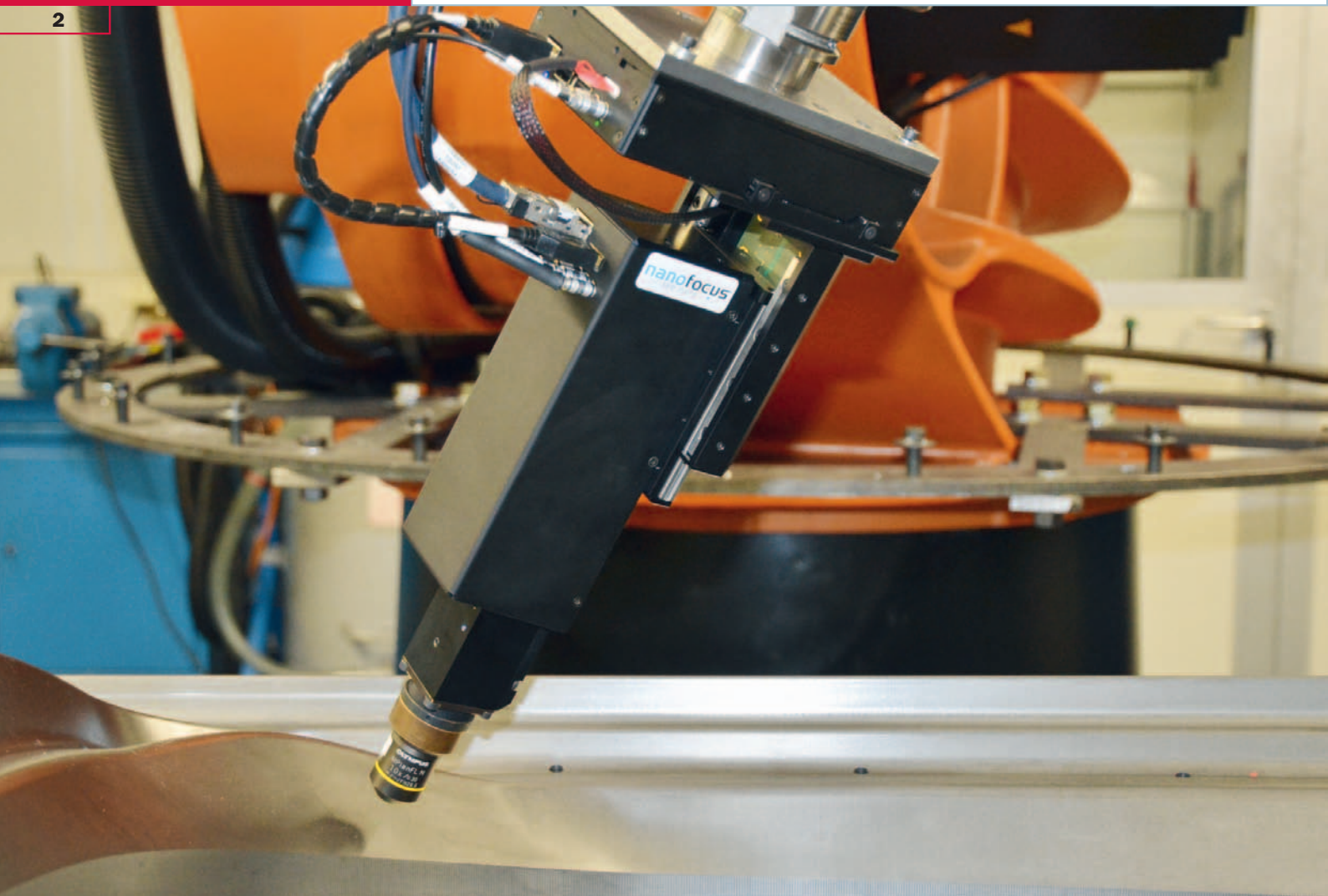
Im Prozess

AUTOMATISIERTE OBERFLÄCHENMESSUNG VON UMFORMWERKZEUGEN



nanofocus[®]
see more

NanoFocus AG
Lindnerstr. 98
46149 Oberhausen
Phone: +49 (0) 208-62000-0
Fax: +49 (0) 208-62000-99
info@nanofocus.de
www.nanofocus.de



AUTOMATISIERTE OBERFLÄCHENMESSUNG VON UMFORMWERKZEUGEN

Im Prozess

Das bislang übliche manuelle Polieren von Umformwerkzeugen wurde bei einem Automobilhersteller durch ein automatisiertes Festklopffverfahren ersetzt. Bisher wurde die Oberflächengüte der Umformwerkzeuge anhand des visuellen und haptischen Eindrucks und stichprobenhaft mittels mobiler taktiler Messgeräte bestimmt. Seit 2012 wird für diese Messaufgabe ein robotertaugliches optisches 3D-Oberflächenmessgerät eingesetzt, mit dem sich die Oberflächenqualität automatisch quantitativ erfassen lässt.

Das Center Betriebsmittel im Mercedes-Benz-Werk Sindelfingen ist für die Produktion von Presswerkzeugen sowie für die Erstellung von Rohbauanlagen zuständig. Der Werkzeugbau ist ein Bereich, der

noch immer stark von manuellen Prozessen geprägt ist. Wegen der Losgröße 1 der Werkzeuge, der hohen Produktkomplexität und der geforderten Flexibilität bei der Anfertigung sind gängige Automatisierungsstrategien kaum übertragbar. „Um die Effizienz im Werkzeugbau zu steigern, ist eine Erhöhung des Automatisierungsgrads unumgänglich. Deswegen haben wir im Center Betriebsmittel der Daimler AG die Herausforderung angenommen und entwickeln auf den Werkzeugbau zugeschnittene Automatisierungskonzepte“, sagt Günter Sprecher, Leiter des Centers Betriebsmittel.

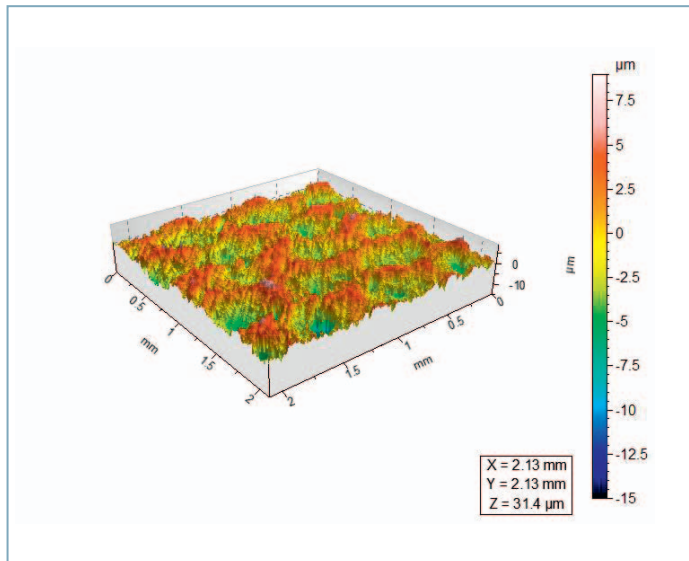
Das Ziel besteht dabei nicht nur in der Mechanisierung einzelner vormals manueller Prozesse, sondern in der Automatisierung der gesamten Prozesskette. Bei der Bearbeitung von Umformwerkzeugen für

die Karosserieproduktion wurden bislang die kompletten Funktionsflächen der Ziehwerkzeuge in einem zeit- und kostenintensiven manuellen Prozessschritt abgezogen, da die Flächen nach der Fräsbearbeitung nicht glatt genug für die Herstellung der Karosserieteile waren. Dies ist entscheidend, da es bei der Blechumformung zu einer erheblichen Relativbewegung zwischen Blech und Werkzeug kommt. Die Reibung muss daher so gering sein, dass keine Risse oder erheblichen Ausdünnungen des Blechs entstehen.

Im Gegensatz zur manuellen Bearbeitung wird bei der automatisierten Festklopfbearbeitung ein Werkzeug mit einer vibrierenden Hartmetallkugel an der Spitze von einem Roboter zeilenweise über die Werkzeugoberfläche geführt, um die durch die Fräsbearbeitung entstandenen



**Bild 1. Werkzeu-
goberfläche
vor der
Festklopfbear-
beitung**



Mikrospitzen einzuglätten. Mit der Einführung der Festklopfbearbeitung ließ sich das manuelle Oberflächenfinish um bis zu 80 Prozent reduzieren (Bilder 1 und 2). „Die weltweit einzigartige Serienumsetzung des Festklopfverfahrens zur automatischen Einglättung beliebig geformter Werkzeuoberflächen bedeutet einen großen Schritt in Richtung des automatisierten Werkzeugbaus“, berichtet Johannes Stock, Doktorand in Sindelfingen. Das Verfahren wird momentan weiterentwickelt, um künftig ganz auf die manuelle Erstbehandlung verzichten zu können.

Neben dem höheren Automatisierungsgrad bringt die maschinelle Lösung weitere Vorteile mit sich. Sie hat zum einen eine höhere Reproduzierbarkeit zur Folge, wodurch ein geringerer Aufwand bei den anschließenden Anpassarbeiten erreicht wird. Zum anderen ist die zusätzlich erreichte Aufhärtung der Randschicht ein positiver Nebeneffekt der Festklopfbearbeitung. Die Frage, ob auch konventionelle Randschichthärteverfahren substituiert werden können, steht im Fokus aktueller Forschungsprojekte und ist heute noch nicht abschließend geklärt.

Anspruchsvolle Messaufgabe

Die Daimler AG suchte begleitend zur Einführung der neuen Verfahrenstechnologie ein voll integrierbares Messverfahren zur Bestimmung der Oberflächenqualität der Umformwerkzeuge jeweils vor und nach der Festklopfbearbeitung. Eine Herausforderung bei der Messaufgabe stellt vor allem die Größe und die Masse der Werkzeughälften dar. Bei Ausmaßen

von bis zu $2\text{ m} \times 5\text{ m}$ und einem Gewicht von bis zu 30 t sind normale optische Stativmesssysteme zur automatisierten Oberflächenanalyse nicht geeignet. Um repräsentative Messergebnisse für eine Oberflächenbewertung zu erhalten, muss ebenso die gesamte Werkzeugformfläche, und damit alle erforderlichen Messbereiche, vom Messsystem erreichbar sein. Dies ist aufgrund der starken Wölbung der Formflächen eine zusätzliche Schwierigkeit.

Die Messbedingungen erfordern daher ein Messgerät, das flexibel und mobil in verschiedenen Raumlagen einsetzbar ist, ohne Abstriche bei den Anforderungen an profiltreue Abbildungsqualität und Messpräzision zu machen.

Vollautomatische Kontrolle

Bislang wurde die Oberflächengüte der Umformwerkzeuge anhand des visuellen

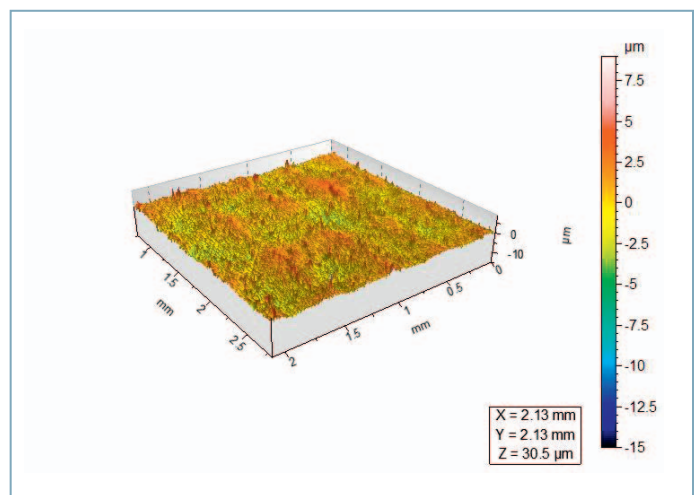
und haptischen Eindrucks des Fachpersonals bewertet und stichprobenhaft mittels mobiler taktiler Messgeräte bestimmt. Erst mit dem optischen Oberflächenmessgerät μ surf von NanoFocus, Oberhausen, das seit 2012 bei Daimler eingesetzt wird, eröffnet sich die Möglichkeit, die erzeugte Oberflächenqualität automatisch quantitativ zu erfassen.

Der Einsatzbereich des Messgeräts lässt sich in zwei Anwendungsfelder unterteilen. Zum einen wird es zur lokalen mobilen Oberflächenanalyse von Werkzeugfunktionsflächen verwendet. Hierfür wird das System an einen 3D-Gelenkarm mit einem Aktionsradius von 650 mm adaptiert und mobil im Werkzeugbau oder auch im Labor eingesetzt. Gemessen werden hierbei Rauheiten zwischen $Ra = 1,5$ und $0,1\text{ }\mu\text{m}$. Zum anderen wird das Messsystem in der kontinuierlichen Qualitätskontrolle von Werkzeugformflächen in einer Roboterzelle eingesetzt (Bild 3). In diesem Anwendungsfeld ist das Messsystem an den gleichen Kuka-Roboter adaptiert, der auch für die Festklopfbearbeitung verwendet wird.

Dank schleppkettenfähiger Kabel mit einer Gesamtlänge von 15 m erreicht das Oberflächenmessgerät am Roboterarm einen großen Aktionsradius von bis zu 3 m . Die Messungen der Oberflächenrauheit und die darauf folgenden Auswertungen der Oberflächenqualität der Formflächen nach der Schlicht- und Klopfbearbeitung erfolgen automatisiert. Das Oberflächenmessgerät wird zur Messung ohne manuellen Einfluss vom Roboter wie ein Klopf- oder Bearbeitungswerkzeug in der Spindel gespannt.

Damit kann sowohl die Eingangs- als auch die Ausgangsrauheit des Klopf-

**Bild 2. Werkzeu-
oberfläche nach
der Festklopf-
bearbeitung**



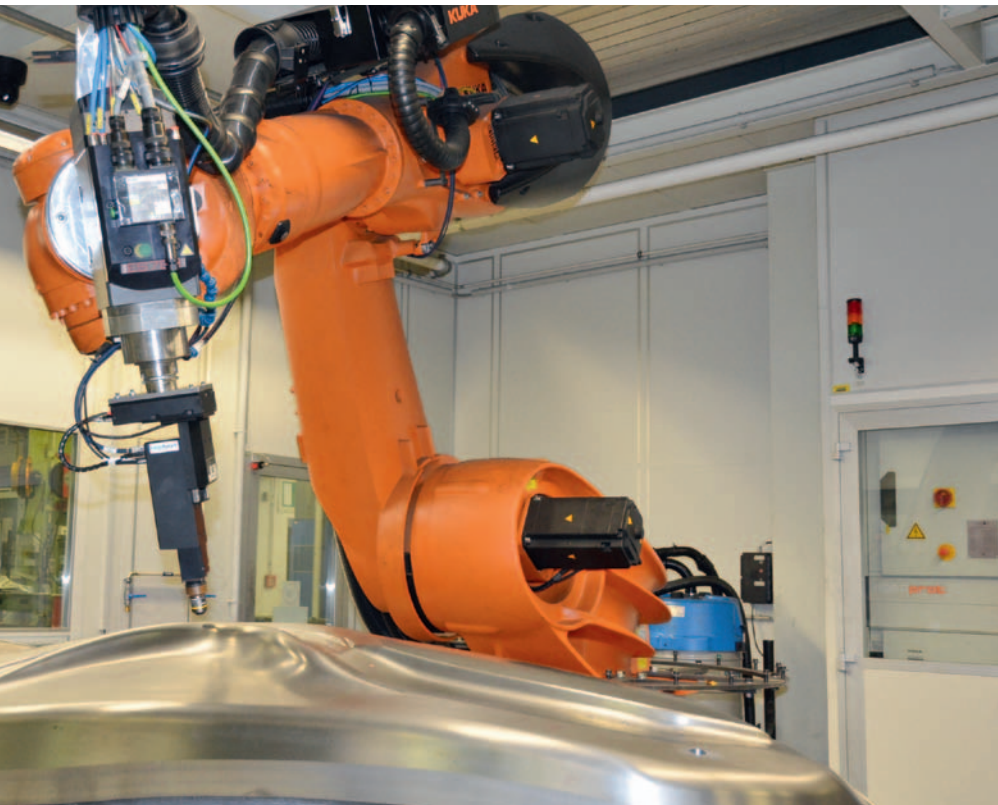


Bild 3. Adaption des Oberflächenmesssystems am Roboter

prozesses in derselben Aufspannung gemessen werden. Das Anlaufen der Spindel wird softwareseitig blockiert, sobald das Messgerät eingespannt ist. So wird verhindert, dass das Messgerät Schaden durch versehentliches Einschalten der Spindel nimmt. Das Messsystem wird daraufhin zu genau definierten Messstellen bewegt. Die Festlegung der Messstellen erfolgt dabei genau wie bei der Festklopfbearbeitung durch Offline-Programmierung parallel zum Prozess.

Durch den Einsatz des Oberflächenmesssystems können Prozesse, in denen Funktionsflächen gefertigt werden, präzise analysiert und anschließend durch eine gezielte Einstellung der Prozessparameter optimiert werden. Dadurch werden eine höhere Qualität und eine geringere Durchlaufzeit der Endprodukte erzielt. Johannes Stock fügt hinzu: „Da in

ausgiebigen Voruntersuchungen alle Anforderungen erfüllt wurden, bestand für uns kein Zweifel, dass wir mit der Verwendung des Messsystems die Automatisierung im Werkzeugbau weiter voranbringen können.“

Überzeugend war für den Automobilhersteller die passgenaue und flexible Anpassung des Systems an die Anforderungen der Messaufgabe. Hierzu zählen vor allem die hohe Mobilität und Roboter-tauglichkeit, die durch die geringe Länge der Sensoreinheit von 37 cm und ein Gesamtgewicht von 3,5 kg gewährleistet sind. „Bei der Weiterentwicklung unserer bewährten μ surf-Technologie haben wir die notwendigen Eigenschaften wie eine kompakte Bauweise, Schwingungsunempfindlichkeit und Einsatz in allen Raumlagen umgesetzt“, erklärt Jürgen Valentin, Technologievorstand der NanoFocus AG.

Das Messsystem verfügt darüber hinaus über alle Vorteile der vom Gerätehersteller entwickelten und patentierten Konfokaltechnik. Das Kernelement dieser speziellen dreidimensionalen Abbildung ist eine optische Filtereinheit, mit deren Hilfe in Echtzeit Bilddaten mit Auflösungen bis in den Nanometerbereich erzeugt werden. Im Gegensatz zu konventionellen Mikroskopbildern werden beim Konfokalbild unscharfe Bildinformationen durch die Blendenwirkung ausgefiltert. Während des Messvorgangs werden einige Hundert konfokal gefilterte Intensitätsbilder in unterschiedlichen Höhenebenen aufgenommen. Hieraus wird anschließend die komplette dreidimensionale Oberflächenstruktur errechnet.

Die berührungslosen und damit zerstörungsfreien Messungen benötigen keine vorherige Probenvorbereitung. Bei typischen Messzeiten des Oberflächenmesssystems im Bereich weniger Sekunden liegen die Messdaten unmittelbar zur Auswertung zur Verfügung. Im Vergleich zu 2D-Messdaten bietet das Verfahren für 3D-Flächenmessungen zudem eine deutlich höhere Aussagekraft der Messergebnisse und liefert prozesstechnisch verwertbare Ergebnisse zur Mikrostruktur von Oberflächen. Neben klassischen 2D-Werten kann eine Vielzahl funktionaler 3D-Parameter berechnet und dargestellt werden. □

Dr. Johannes Wied

Kontakt zum Anwender

► Daimler AG, Mercedes-Benz Sindelfingen
johannes.wied@daimler.com

Kontakt zum Hersteller

► NanoFocus AG
 T 0208 62000-0
info@nanofocus.de

QZ-Archiv

Diesen Beitrag finden Sie online:
qz-online.de/441755