

# MITTELDEUTSCHE MITTEILUNGEN

INFORMATIONEN AUS WIRTSCHAFT | WISSENSCHAFT | GESELLSCHAFT  
26. JAHRGANG | 4/2017

SCHWERPUNKTE

EMV – VORAUSSETZUNG  
FÜR ERFOLGREICHE  
PRODUKTENTWICKLUNG  
UND –KONSTRUKTION

SENSITIVE  
FERTIGUNGSTECHNIK

# Vom Prüfraum in die Fertigung

Die vollflächige Beurteilung von Rauheit, Welligkeit und Rundheit funktionsrelevanter Oberflächen mit dem Streulichtmesssystem von OptoSurf.

Jonas Voss | Marketing OptoSurf GmbH

Das Messen und Beurteilen von Funktionsoberflächen spielt in vielen Branchen eine immer wichtigere Rolle. Vor allem in der Automobilindustrie wachsen die Oberflächenanforderungen stetig und erfordern Bereitschaft zum Umdenken in der Prozesskontrolle und Qualitätssicherung für das Messen von Rauheit, Rundheit und Welligkeit von Oberflächen. Dies zeigt sich insofern, als dass die Messtechnik mehr und mehr direkt in die Entwicklungs- und Fertigungsumgebung verlagert wird und stark frequentierte, sogar bis zu 100 %-Prüfungen, anstelle von stichprobenartigen Messungen gefordert sind. Die hierbei entstehenden Daten können nicht nur zur reinen Qualitätssicherung, sondern auch zur produktbezogenen Qualitätssteigerung und gleichzeitig zur Optimierung von maschinellen Bearbeitungsprozessen genutzt werden.

## Geräuschemissionen von Getriebewellen verhindern

Trotz der stetig voranschreitenden Entwicklung im Bereich e-Mobility sind und bleiben Getriebe- und Ausgleichswellen weiterhin belangvolle Komponenten in der Automobilindustrie. In der Getriebeentwicklung und -fertigung kommt es stark auf Wirkungsgrad, Langlebigkeit und eine minimale Geräuschemission beim Zusammenspiel der schnell rotierenden Getriebe- und Ausgleichswellen an. Ein häufiger Grund für Geräuschemission sind z. B. Rattermarken. Diese sind periodische Formabweichungen, also Welligkeiten im Mikrometerbereich, die durch den Schleif- oder Finishbearbeitungsprozess aufgrund von Maschinenstörungen auf das runde Werkstück übertragen werden. Diese Maschinenstörungen sind nicht vorhersehbar und treten bei-

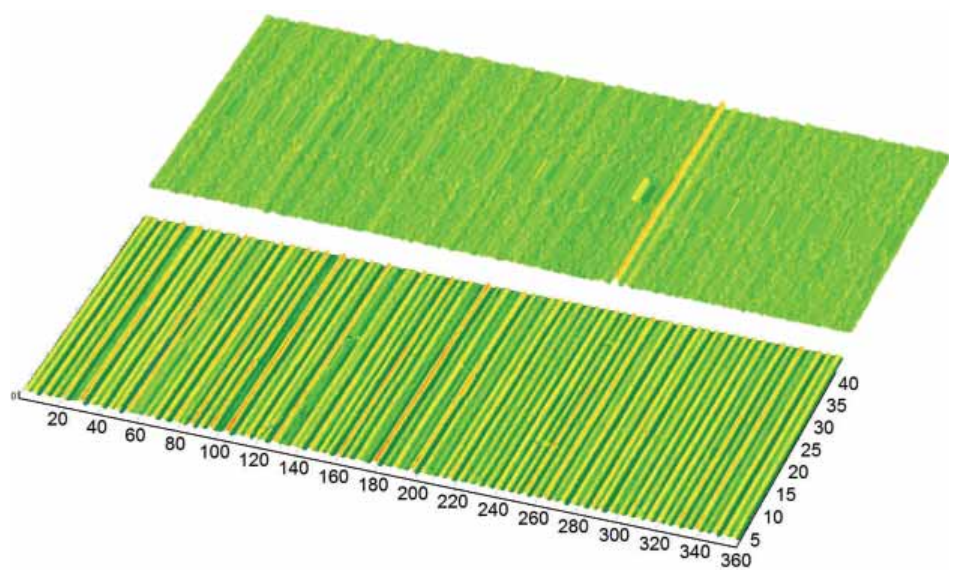
spielsweise durch Abnutzung von Schleifscheiben auf. Ein konkretes Beispiel für kritische Oberflächen, welche die weiteren Getriebekomponenten durch Rattermarken zur Geräuschemission anregen können, sind Lagerauflagen von Getriebewellen sowie die Laufflächen der Nadellager, auf denen die Getriebewellen reibungsoptimiert gelagert werden.

Die Rattermarkenmessung auf Getriebewellen wird zum heutigen Zeitpunkt noch häufig in gesonderten Prüfräumen, auf präzisen taktilen Rundheitsmessmaschinen nur stichprobenartig durchgeführt. Eine Messung dauert jedoch im besten Fall einige Minuten. Da Maschinenstörungen hingegen nicht präzise vorhersehbar sind und die Fertigungsfrequenz um ein Vielfaches höher als die Messfrequenz liegt, ist eine rein stichprobenartige Überprüfung nicht ausreichend. Darüber hinaus sollten die hergestellten Wellen und Nadellager in

unmittelbarer Produktionsnähe gemessen werden, um etwaige Maschinenstörungen sofort zuzuordnen und diesen entgegenzuwirken. Für diese anspruchsvolle Messaufgabe ist die Streulichtmesstechnik der Firma OptoSurf ideal geeignet.

Die Streulichtmesstechnik bietet gleichzeitig für die Qualitätssicherung die Möglichkeit, die Lagersitze von Getriebe- und Ausgleichswellen in einem Durchgang vollflächig auf Rauheit, Rundheit und Welligkeit in rauer Produktionsumgebung zu messen und diese, auf Basis der Ergebnisse, hinsichtlich mehrerer Faktoren einzuschätzen. Die Streulichtsensoren des Ettlinger Messtechnikspezialisten OptoSurf detektieren die Profilsteigungswinkel der Mikrostruktur und vorhandenen Formabweichungen der Makrostruktur.

Für die Rauheitsmessung wird ein Messfleck ( $\varnothing$  0,9 mm) auf die Oberfläche geworfen, und die über die Winkelabweichun-



Zwei Getriebewellenlagersitze im Vergleich: Lagersitz eines iO-Teils (oben) und eines niO-Teil mit deutlich sichtbaren Rattermarken auf dem Lagersitz (unten). Bild: OptoSurf



gen abgelenkten sowie zurückgestrahlten Lichtstrahlen werden von einem fotosensitiven Diodenarray emittiert. Der Messvorgang dauert nur wenige Sekunden und durch umliegende Fertigungsmaschinen auftretende Vibrationen stellen für den Sensor keine relevante Störung dar. Maximal 2000 Messpunkte pro Sekunde verarbeitet der Sensor – dies reicht für einen theoretisch erreichbaren Vorschub von bis zu 1 800 mm/s.

Auch zur Prozesssteuerung kann ein Streulichtsensor eingesetzt werden. So können während der Messung der Schleifprozess und der Werkzeugverschleiß überwacht werden. Der Verschleiß der Schleifscheibe kündigt sich hauptsächlich durch einen sich vermindernenden Rauheitskennwert (Aq) auf den Lagerauflägen der Getriebewellen an, welcher so lange abfiel, bis ein Schleifbrand entstände. Dieser Zusammenhang hilft der Produktion, die Maschinenlaufzeiten maximal auszunutzen, ohne jedoch die Werkzeuge zu spät abzurichten. So können Kosten gespart und noch höhere Stückzahlen mit einer einzigen Schleifscheibe gefertigt werden.

### Kugelumlaufspindeln – nicht nur leichtgängig, sondern auch leise

Die EPS (Electric Power Steering)-Lenkung findet immer weiter ihren Einzug in moderne Fahrzeuge. Die Vorteile liegen klar auf der Hand: Sie ist weitaus weniger komplex aufgebaut, bietet dem Fahrer mehr Fahrkomfort durch eine leichtgängigere Bedienung und benötigt weniger Energie als eine hydraulische Servolenkung. Eine Form der EPS, besonders für schwere Fahrzeuge wie SUVs, sind Kugelumlauftriebe (KGT). Hierbei wird eine rotatorische Bewegung in eine präzise lineare Bewegung umgesetzt. Dies geschieht über eine rotierende Spindel und eine Schraubmutter, welche auf Rollen auf der Spindel gelagert wird.

Für solche komplexen geometrischen Formen eignet sich die Streulichtmesstechnik hervorragend. Auf der Umlaufspindel sind die beiden Laufbahnen auf dem gotischen Bogen als Messpositionen besonders interessant, da diese eine hohe Funktionsrelevanz hinsichtlich Geräuschentwicklung und Verschleißseigenschaften der Kugelumlauftriebe aufweisen.

Eine ungleichmäßige Bearbeitung beim letzten Bearbeitungsprozess (z.B. Finishen der Oberfläche) führt zu Rauheitsunterschieden. Diese können häufig die Ursache für Rauschgeräusche beim Lenkvorgang und für einen frühzeitigen Verschleiß der Kugeln darstellen. Über Grenzwertvorgaben des ausgegebenen Aq-Wertes können niO-Teile ganz einfach in Fertigungsumgebung sofort identifiziert und gegebenenfalls nachbearbeitet werden.

In einem weiteren Messvorgang mit einem kleineren Messfleck ( $\varnothing 0,03$  mm) ist es möglich, neben der Rundheit auch etwaige auf der Laufbahn vorhandene Welligkeiten mit den jeweiligen Amplitudenhöhen der einzelnen Wellenordnung auf dem Durchmesser zu identifizieren. Dies geschieht über die schnelle Fourier Transformation (FFT) bis maximal zur 500. Ordnung (500 Wellen auf einem Umfang). Steht die Welligkeit in einer ungünstigen Frequenz zum Durchmesser der Spindel, entstehen Schwingungen, die das Lenksystem zu Geräuschen anregen, welche im Fahrzeuginnenraum wahrgenommen werden können. Für die FFT sind ebenfalls Grenzwertvorgaben möglich, da nicht jede Welligkeit und Amplitudenhöhe eine negative Auswirkung auf die Geräuschentwicklung hat und die Spindeln somit iO-Teile sind.

Diese Beispiele zeigen: Mit der richtigen Messtechnik ist es möglich, die relevanten Informationen über Oberflächen zu ermitteln, bis zu 100 Prozent der Teile zu prüfen und Maschinenlaufzeiten effizienter auszunutzen. ■



Die Messung der Funktionsfläche auf dem Gotischen Bogen einer Kugelumlaufspindel. Foto: OptoSurf

**opto surf**

OptoSurf GmbH  
Dr. Rainer Brodmann  
Nobelstraße 9-13 | 76275 Ettlingen  
Tel. +49 7243 20053-00  
www.optosurf.de