

Prozessnahe und funktionstaugliche Messung
in der Fertigung

Rauheitsmessung

Ein neuartiges optisches Messgerät ermöglicht die Rauheit von technischen Oberflächen unmittelbar in der Fertigung zu messen. Das Verfahren nutzt die Streulichtmethode und ermittelt aus der Verteilungskurve einen optischen Rauheitskennwert S_o , der im Gegensatz zu den bekannten Rautiefenparametern R_a und R_z die Oberfläche ganzheitlich beschreibt. Dies hat den Vorteil, dass neben der Rautiefe auch die Profilform- und flächige Strukturänderungen erfasst werden können.



Bild 1: Kugelpfanne im Lenkgetriebe

Aufgrund seiner Schnelligkeit und Robustheit eignet sich das Messgerät besonders zur Prozessüberwachung z.B. beim Schleifen und Finishen von Präzisionsteilen im Automobilbau. Der folgende Beitrag beschreibt eine Anwendung aus dem Bereich Lenksysteme, wo die kritischen Funktionsflächen von Lenkgetriebeteilen in der Fertigung geprüft werden sollen.

DIE AUTOREN

Rainer Brodmann, Jochen Neubert,
OptoSurf, Ettlingen
Attila Acs, Hartmut Wälder,
ZF-Lenksysteme, Schwäbisch Gmünd

Streulichtmethode

Mit der Streulichtmethode [1] ist es möglich, Messungen im Millisekunden Takt durchzuführen und bei entsprechender Bewegung des Sensors oder des Messobjekts auch die gesamte Fläche innerhalb von wenigen Sekunden zu erfassen. Dabei wird die Oberfläche mit einem Messfleck von ca. 1 mm Durchmesser beleuchtet und das von der Oberfläche zurückgestreute Licht mit einer speziellen Optik aufgefangen und auf eine Diodenzeile gelenkt. Aus der Intensitätsverteilungskurve ergibt sich der optische Rauheitskennwert S_o (Varianz der Verteilung), der physikalisch gesehen in erster Näherung der Profilwinkelverteilung entspricht aus der der DIN EN ISO Parameter R_{dq} berechnet wird. Die optische Oberflächenmessung mit dem S_o -Wert reagiert sowohl auf Rautiefenänderungen (R_a , R_z) als auch auf Änderungen der Profilform, die sich mit dem Profilwinkelparameter R_{dq} -Wert beschreiben lässt.

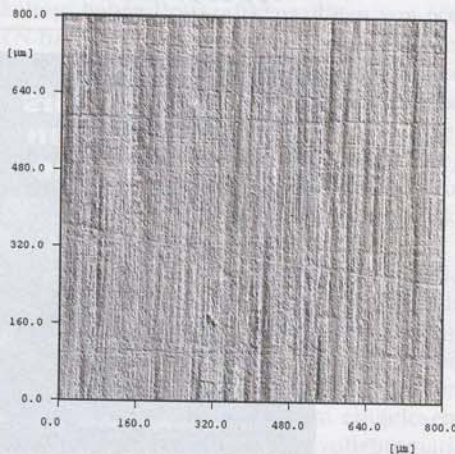


Bild 2: Oberfläche schlecht gefinischt ($S_o = 55,6$)

Da sich z.B. bei Feinschleifprozessen in der Regel die Profilform nicht ändert, kann man hier mit dem S_o -Wert, nach vorhergehenden Vergleichsmessungen, R_a bzw. R_z in der Produktion überwachen. Weitaus interessanter ist es aber Prozesse zu kontrollieren, bei der kleine Änderungen der Profilform zu unterschiedlichen Funktionsverhalten führt. Finishprozesse z.B., die zur Verbesserung der Laufeigenschaften von Lagern dienen, wirken sich oft nur sehr gering auf die Rautiefe aus, verändern aber die Oberfläche dadurch, dass die Spitzen der Oberfläche geringfügig eingeebnet werden. Diese Änderungen können mit dem S_o -Wert ideal erfasst werden. Im Gegensatz zu den mechanischen und auch optischen Topografiemesssystemen ist das Streulichtmesssystem sehr unempfindlich gegen externe Schwingungen und staubige Umweltbedingungen. Bei nicht zu stark gekrümmten Oberflächen darf der Messabstand sich sogar um 1 mm ändern, ohne dabei die Messung zu beeinflussen. Auch die Geschwindigkeit der Oberfläche hat auf das Ergebnis keinen Einfluss. Eine Messung dauert 1 Millisekunde, bewegt sich die Oberfläche schneller, wird der Messwert nur über eine etwas größere Fläche integriert. Aufgrund dieser Eigenschaften lässt sich eine Maschinenintegration oder ein Einbau in Handlingautomaten leicht bewerkstelligen.

Einsatz beim Lenkgetriebe

In der modernen Automobilfertigung ist die Geräuscentwicklung eine kritische Größe, die die Zulieferanten vor neue Fertigungsprobleme stellen. Im Bereich des Lenkgetriebes sind z.B. die Oberflächen von Kugelpfannen (Bild 1) und Zahnstangen von besonderer Bedeutung. Der Hersteller solcher Komponenten kann durch Polieren oder Finishen diese Oberflächenrauheiten beeinflussen. Schwierig dagegen ist die Qualitätssicherung der Prozesse, da die herkömmlichen Tastschnittgeräte nur eine linienhafte Beurteilung erlauben und die neuartigen Topografiemessgerä-

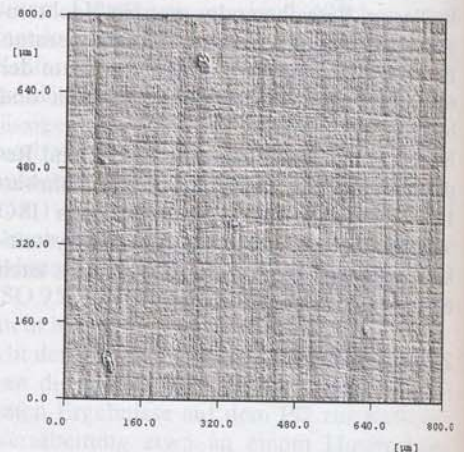


Bild 3: Oberfläche gut gefinischt ($S_o = 25,4$)

ULTRASCHALL- PRÜFSYSTEME UNSER FOKUS UNSERE STÄRKE

Qualität ist unsere
beste Referenz



Bild 4: OptoSurf OS 500 Streulichtmesssystem mit Scanvorrichtung

te zwar die Änderungen besser erfassen, aber nur wenige Stellen beurteilen können. Das Streulichtmessgerät ist für diese Aufgabe prädestiniert. Die Funktionsfläche kann in kurzer Zeit vollständig gemessen werden und das Messverfahren lässt sich problemlos in den Fertigungsablauf integrieren. In Bild 2

Werte sowie der Mittelwert, die Standardabweichung und maximale Abweichung. Ein typisches Ergebnis zeigt Bild 5. Sowohl am Anfang, als auch am Ende der Funktionsfläche steigt der So-Wert an. Aufgrund dieser Erkenntnis konnte der Fertigungsprozess optimiert werden und das Streulichtmesssystem wird jetzt zur Qualitätssicherung in der Fertigung eingesetzt.

Zusammenfassung

Die traditionelle Methode mit Tastschnittgeräten geeignete Oberflächenparameter zu erfassen, führt nicht immer zu den gewünschten Ergebnissen, ist zeitaufwendig und in der Fertigung nur bedingt einzusetzen. Die modernen 3D-Oberflächenmessgeräte sind zwar besser geeignet, die Ursache anhand von Flächenmessungen zu studieren und auch neue Parameter zu ermitteln, aber sie



FÜR JEDEN KUNDEN
EINE INDIVIDUELLE LÖSUNG



INNOVATIVE SYSTEME FÜR
DIE MODERNE PRODUKTION

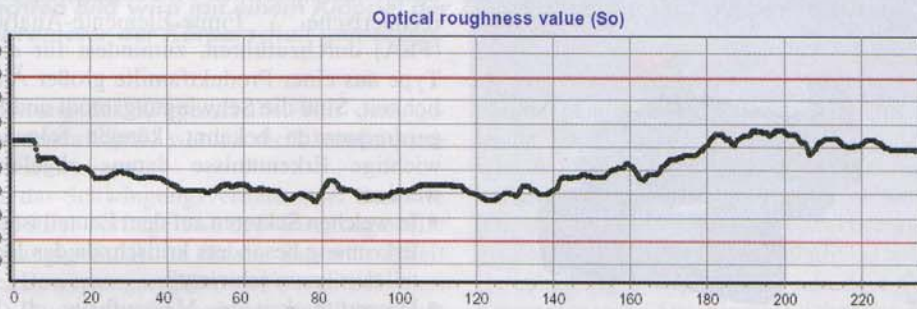


Bild 5: Rauheitsschwankungen (So-Wert) über 240 mm Funktionsfläche

und 3 wird die Oberfläche von Lenkungsteilen mit unterschiedlichem Funktionsverhalten gezeigt, die zur genauen Analyse zunächst mit einem hochgenauen absolut messenden Verfahren (konfokales Messsystem μ Surf der Fa. NanoFocus [2] gemessen wurden. Die Topografiedarstellung zeigt visuell deutlich die Unterschiede in der Bearbeitung. Mit einfachen Profilauswertungen ist dieser Unterschied nur schwierig zu erfassen, da die Rautiefe Ra oder Rz sich nicht ändert. Die Streulichtmessung (So-Wert) dagegen ergibt sehr stabile Kennwerte und zeigt signifikante Unterschiede.

Die konfokale Messtechnik erlaubt zwar eine detaillierte Analyse der Flächen, sie kann aber auch immer nur einen winzigen Ausschnitt der gesamten Funktionsfläche erfassen. Da der Finishprozess nicht immer homogen arbeitet, wäre es von großer Bedeutung, auch die gesamte Fläche zu vermessen. Dies lässt sich ideal mit dem Streulichtmessgerät erreichen. Hierzu wurde eine Vorrichtung gebaut, die das Messteil aufnimmt und anschließend von dem Streulichtsensor vollständig gescannt wird. Bild 4 zeigt diese Vorrichtung. Die gesamte Messung über eine Mantellänge von 240 mm dauert weniger als 5s wobei ca. 500 einzelne Messungen durchgeführt werden. Ausgegeben wird der Verlauf der So-

sind nicht geeignet, die gesamte Funktionsfläche zu erfassen. Dies schafft das neue Streulichtmessverfahren der Fa. OptoSurf, das aufgrund der hohen Messgeschwindigkeit und der flächenhaften Erfassung der Oberfläche die gesamte Fläche in Sekunden messen kann. Der spezielle optische Rauheitskennwert So korreliert sehr gut mit dem DIN EN ISO Hybridparameter R_{dq}, der sich bereits bei Reibfunktionsflächen bewährt hat. Darüber hinaus ist das Streulichtverfahren sehr robust und kann unmittelbar in der Nähe der Produktionsmaschine eingesetzt werden.

Literatur

- [1] R. Brodmann, G. Thurn, Roughness Measurement of Ground, Turned and Shot-Peened Surfaces By the Light Scattering Method, Wear 109 (1986), 1-13
- [2] NanoFocus AG, Datenblatt Konfokales Messsystem μ Surf, Oberhausen

OptoSurf, Ettlingen

Online-Info

QE 541

www.optosurf.com



KOMPETENZ
UND KNOW-
HOW AUCH
FÜR
SENSIBLE
AUFGABEN



FÜR JEDEN EINSATZ DAS
PASSENDE SYSTEM

VOGT
Werkstoffprüfsysteme

Vogt Werkstoffprüfsysteme GmbH
Ehlbeek 15 · 30938 Burgwedel
Tel. +49 (0) 51 39 / 98 15 - 0 · Fax +49 (0) 51 39 / 98 15 - 99
www.vogt-ndt.de · info@vogt-ndt.de