

Dipl.-Phys. Jürgen Valentin

# Auf Werkzeugs Schneide



**nanofocus**<sup>®</sup>  
see more ■

NanoFocus AG  
Lindnerstr. 98  
D-46149 Oberhausen  
Tel.: 0208 62 000 0  
info@nanofocus.de  
www.nanofocus.de

## KONFOKALE 3D-MIKROSKOPIE IN DER QUALITÄTSSICHERUNG VON ZERSpanUNGSWERKZEUGEN

# Auf Werkzeugs Schneide

JÜRGEN VALENTIN

Die Verbesserung der Standzeit ist bei der Optimierung leistungsfähiger Zerspanungswerkzeuge ein zentrales Entwicklungsziel. Einen weiteren Beitrag zur Optimierung der Standzeit kann die produktionsnahe Überwachung der Schneidengeometrie leisten. Mit optisch-berührungsloser 3D-Mikroskopie sowie Laserscanning-Profilometrie lassen sich sowohl typische Verschleißmerkmale von Werkzeugen als auch die Bearbeitungsqualität des Werkstücks schnell, präzise und 3-dimensional bis in den nm-Bereich erfassen.

Die mikrogeometrischen Oberflächeneigenschaften von Zerspanungswerkzeugen, insbesondere die Qualität der Schneidkanten, beeinflussen maßgeblich die Oberflächengüte der zu bearbeitenden Werkstücke. In der Qualitätssicherung ist deshalb eine nur zweidimensionale, üblicherweise mechanische Profilmessung (Tastschnitt) meist nicht ausreichend. So werden tribologisch wichtige flächenhafte Strukturmerkmale beim Tastschnitt nicht unmittelbar erfasst. Im Gegensatz zu tastenden Verfahren bieten optische Messmethoden den Vorteil einer berührungslosen 3D-Datenerfassung ohne die Gefahr, die Tastspitze oder das Bauteil zu beschädigen.

### Robuste 3D-Datenerfassung mittels konfokaler Optik

Das bildgebende 3D-Konfokalmikroskop »*µsurf*« von NanoFocus ist ein hochgenaues Analysesystem für die direkte flächenhafte Erfassung und Vermessung von Oberflächenstrukturen (Bild 1). Mittels eines präzisen computergesteuerten Objektiv-

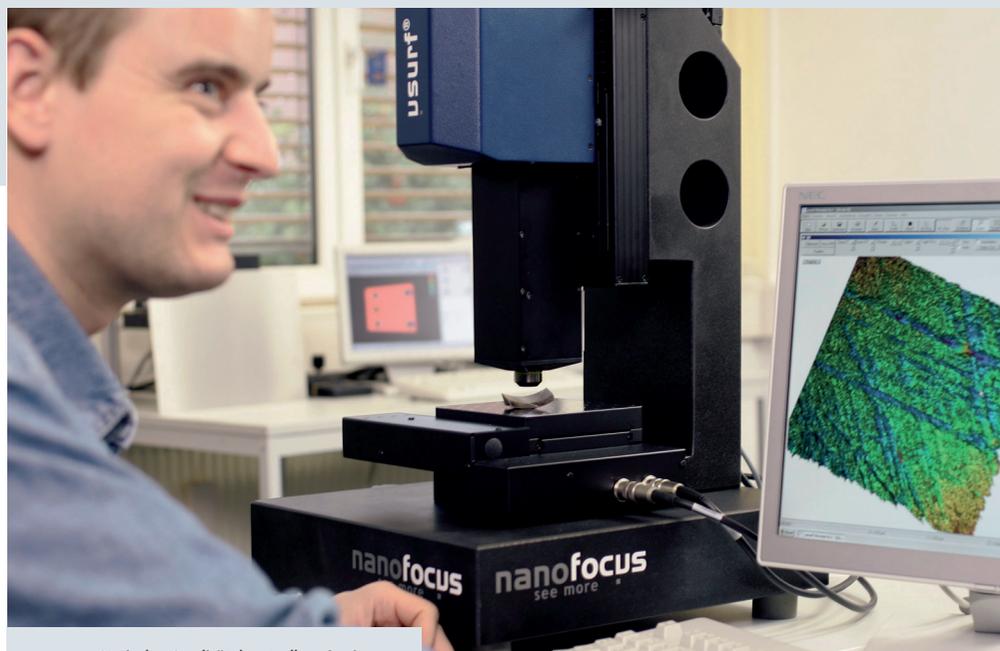


BILD 1. Optische Qualitätskontrolle mit einem 3D-Konfokalmikroskop

antriebs werden tiefengefilterte Bildschnitte in diskreten Abständen erzeugt und fortlaufend in einem Bildstapel gespeichert. Anschließend berechnet ein spezieller Software-Algorithmus – ähnlich einem Computertomografen – daraus die 3D-Topografie. Dabei löst das Mikroskop Strukturmerkmale bis in den nm-Bereich auf. Auf diese Weise wird mit nur einem Messvorgang eine komplette Fläche präzise und dreidimensional erfasst. Typische Messzeiten liegen bei wenigen Sekunden.

Der Vorteil der im »*µsurf*« integrierten konfokalen Multipinhole-Technologie (MPC) ist die exzellente räumliche Signaltrennung und die daraus resultierende hohe Dynamik des Messvorgangs. Dies erklärt die sehr guten Messergebnisse auch an rauerer Oberflächen. Die Messergebnisse stimmen

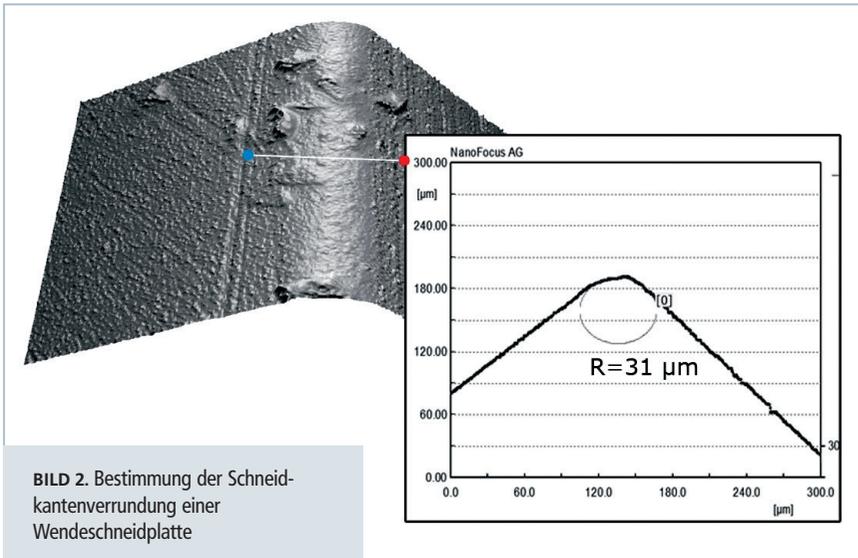
zudem sehr gut mit den Resultaten mechanisch-taktiler Referenzverfahren und von Elektronenmikroskopen überein. Die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Messergebnisse wird dabei anhand standardisierter ISO-Normale routinemäßig überprüft. Auf der MPC-Technologie basieren diverse, unter anderem auch mobile Messsysteme für Anwendungen im Automobilbau sowie in der Medizintechnik und Mikrosystemtechnik.

### Untersuchung komplexer Geometrien an Werkzeugschneiden

In Ergänzung zum mikroskopisch flächenhaft messenden 3D-Mikroskop »*µsurf*« dient das Laserscanning-Profilometer »*µscan*« vorwiegend der Geometrievermessung größerer Bauteile. Bei diesem Verfahren wer-

#### HERSTELLER

NanoFocus AG  
46149 Oberhausen  
Tel. 02 08/6 20 00-0  
Fax 02 08/6 20 00-99  
www.nanofocus.de



**BILD 2.** Bestimmung der Schneidkantenverrundung einer Wendeschneidplatte

den geschlossene 3D-Topografien mithilfe eines punktwise messenden optischen Abstandssensors zeilenförmig gescannt. Aufgrund der geforderten robusten Signalerfassung an komplexen Werkzeugen erweisen sich auch hier konfokale Laserspot-Sensoren als sehr gut geeignet.

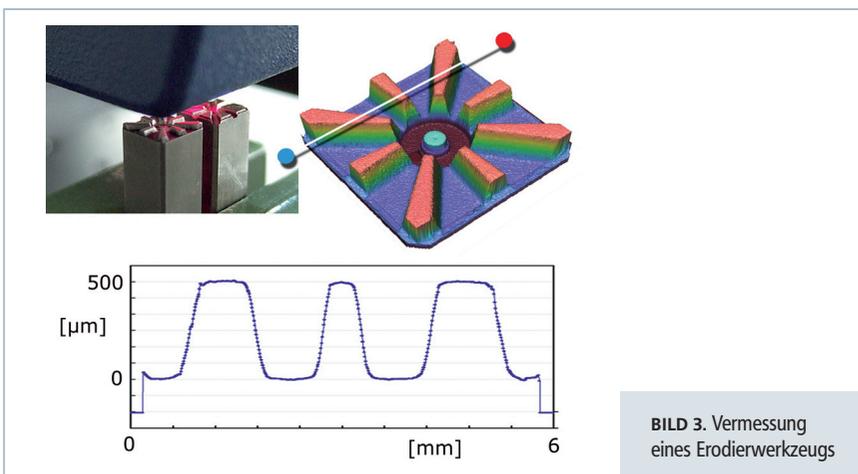
Bild 2 zeigt die mithilfe des 3D-Mikroskops µsurf gemessene Schneidengeometrie einer Wendeschneidplatte. Untersucht wird hierbei die Schneidkantenverrundung beziehungsweise der Verschleiß als Folge der Bearbeitung. Die Verrundung wird über einen approximierten Schmiegeradius an der extrapolierten Schneidkante gemessen. Zur Messung wurde ein 50-fach-Objektiv mit einer Feldgröße von  $320 \times 320 \mu\text{m}$  eingesetzt. Dabei ist nicht nur die Verrundung messbar, auch die genaue Bestimmung der Schneidwinkeln ist in einem Arbeitsgang möglich.

### Geometrie und Rauheit gleichzeitig erfassen

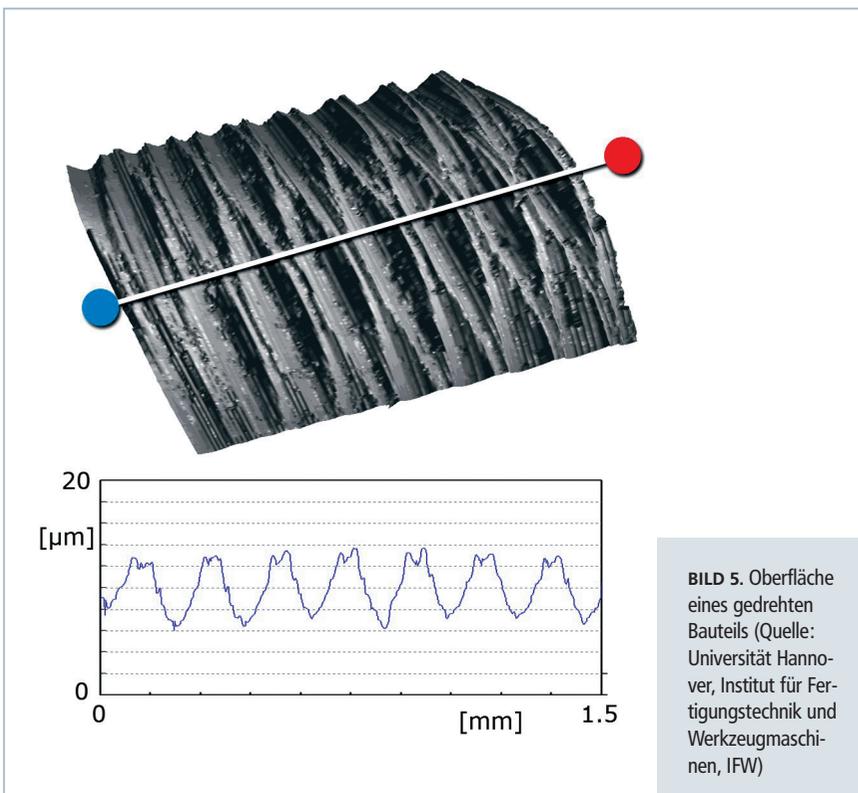
Bei der Herstellung der Zerspanungswerkzeuge werden hohe Anforderungen an eine gleichbleibende Formgenauigkeit und Oberflächengüte gestellt. Bei Abformprozessen ist besonders die Geometrie des Master- beziehungsweise Abformwerkzeugs von großer Bedeutung. Bild 3 zeigt die vollständige Vermessung der Geometrie eines Erodierwerkzeugs. Die Messung wurde mittels des konfokalen Laserscanning-Profilometers durchgeführt. Anhand der Messdaten lässt sich ein Soll-Ist-Vergleich zur gewünschten Werkzeuggeometrie vornehmen. Die hohe Präzision der Messung ermöglicht dabei die gleichzeitige Ermittlung der Oberflächenrauheit nach DIN EN ISO.

### Verschleißvolumen quantifizieren

Neben der gleichmäßigen Abnutzung (Verrundung) tritt unter ungünstigen Bedin-



**BILD 3.** Vermessung eines Erodierwerkzeugs



**BILD 5.** Oberfläche eines gedrehten Bauteils (Quelle: Universität Hannover, Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen, IFW)

### LITERATUR

- 1 Wilson T.: Depth response of scanning microscopes. Optik 81, Nr 3, 113, 1989
- 2 Weber, M.A. et al: Konfokale 3D-Mikroskopie zur Mikrotopographie- und Geometriemessung technischer Oberflächen. VDI-Berichte 1808 (2003) S. 199-204.
- 3 Hagedorn, M.: Optische Vermessung technischer Oberflächen. Technica, 1/2006
- 4 Valentin, J.: Mikrooptiken optisch vermessen. Mikroproduktion, 2/2006

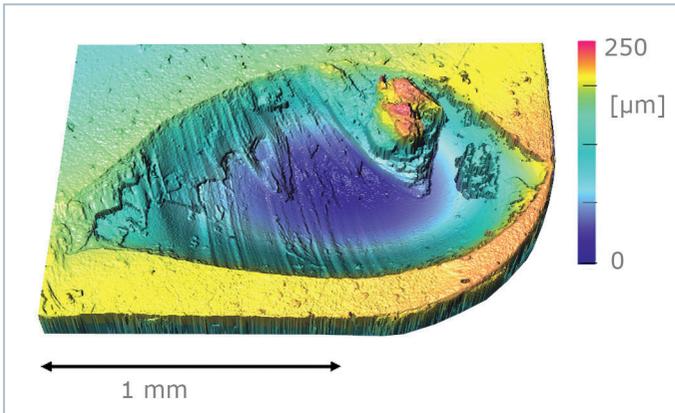


BILD 4. Kolkverschleiß einer Wendeschneidplatte

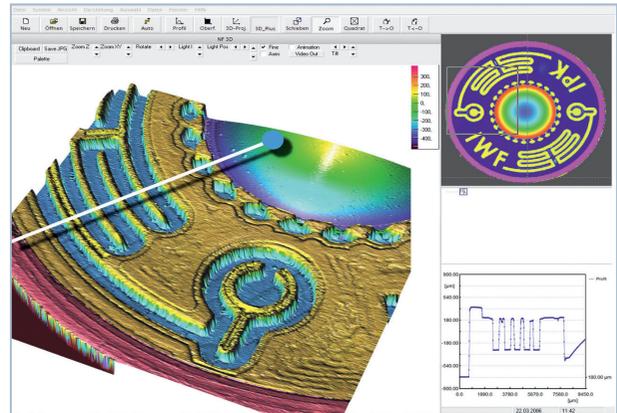


BILD 6. Oberfläche eines gefrästen Bauteils (Quelle: Fraunhofer-Institut Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK)

gungen am Werkzeug auch lokaler Verschleiß wie zum Beispiel Kolkbildung auf. Extremer Kolkverschleiß führt zu einer instabilen Schneidkante und somit zur Bruchgefahr. Außerdem verschlechtert sich die Oberflächengüte des bearbeiteten Werkstücks. Bild 4 zeigt die gemessene Kolkbildung an einer Wendeschneidplatte. Zur Vergrößerung der Messfläche wurde das Gesamtbild aus vier Einzelmessungen des  $\mu$ surf zusammengesetzt. Verwendet wurde in diesem Fall ein 20-fach-Objektiv mit einem Messfeld von  $800 \times 800 \mu\text{m}$ . Anhand der Messdaten lassen sich das

Kolkvolumen und die absolute Tiefe des Kolks bestimmen.

### Untersuchungen von Bearbeitungsspuren an Werkstücken

Neben der direkten Untersuchung der Zerspanungswerkzeuge lassen sich ebenfalls die Oberflächenqualitäten analysieren, die mit den Werkzeugen am Werkstück erreicht wurden. Die resultierende 3D-Topografie gibt somit Aufschluss über die erzielte Oberflächengüte und erlaubt zudem eine richtungsabhängige Analyse der Oberflä-

chenbeschaffenheit. Bild 5 zeigt die Oberfläche eines Bauteils, dessen Oberfläche mittels eines piezo-elektrisch angeregten Drehmeißels strukturiert wurde. In Bild 6 ist die großflächig vermessene Oberfläche eines mikrogefrästen Werkstücks abgebildet. Beide Messungen wurden mittels des Scanning-Profilometers  $\mu\text{scan}$  durchgeführt. ■

#### Dipl.-Phys. Jürgen Valentin

ist Vorstand Forschung und Entwicklung bei NanoFocus in Oberhausen;  
valentin@nanofocus.de