

Bild 1. Messung am Konfokalmikroskop µsurf: Höhenschnitte der Probe werden aufgenommen und zu einem 3D-Bild zusammengefügt

## OPTISCHE 3D-OBERFLÄCHENANALYSE IN DER MEDIZINTECHNIK

# Blick vom Mikrometer zum Nanometer

**Medizinprodukte müssen hohe Anforderungen erfüllen. Daher werden die Oberflächeneigenschaften zunehmend mit optischen 3D-Messsystemen geprüft. Diese ermöglichen über die mikroskopische Untersuchung im Laborbereich hinaus auch die automatisierte Überwachung des Herstellungsprozesses.**

Ein in der Medizintechnik häufig verwendetes Verfahren zur Kontrolle medizintechnischer Oberflächen ist die Rasterelektronenmikroskopie (REM). Jedoch kann die 3D-Topografie der Oberfläche quantitativ nur umständlich ermittelt werden. Für eine exakte und produktionsnahe 3D-Oberflächenkontrolle

ist sie deshalb wenig geeignet (Bild 2). Zudem ist die REM-Analyse mit einer zeitraubenden Vorbereitung der Proben verbunden.

Zur Messung der Oberflächenrauheit werden daher meist tastende Verfahren eingesetzt. Hierbei besteht jedoch die Gefahr einer Beschädigung des Messobjektes durch die Tastspitze. Hinzu kommt, dass tastende Messverfahren sehr langsam sind und flächenhafte Messungen oft Stunden benötigen.

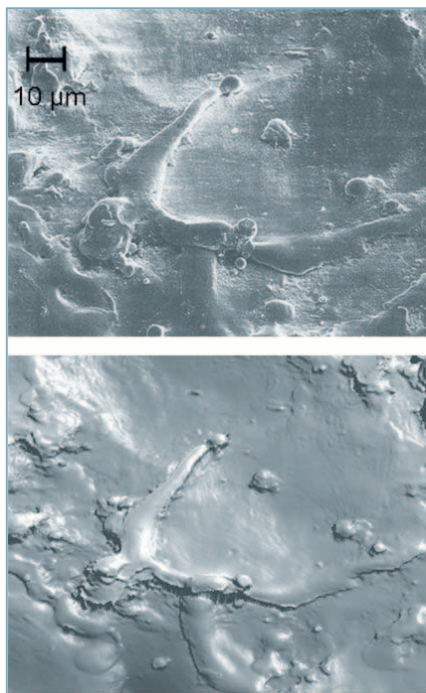
Einen Ausweg bieten moderne optische 3D-Messverfahren wie die konfokale 3D-Mikroskopie. Die Technologie des NanoFocus µsurf basiert auf der optischen Filterung mittels eines konfokalen Raumfilters (Multipinhole-Filter). Anhand der Auf-

nahme einer Vielzahl optisch gefilterter Höhenschnitte (Bild 1) wird eine präzise 3D-Topografie errechnet. Störendes Streulicht ist dabei im Gegensatz zu Interferometern bereits im Strahlengang ausgeblendet.

Auf diese Weise lassen sich Oberflächenstrukturen exakt messen und abbilden – und dies bis in kleinste Nanometerdimensionen. Typische Messzeiten des µsurf-Systems liegen im Bereich weniger Sekunden.

### **Schnell und präzise produktionsnah messen**

Das µsurf-System von NanoFocus, Oberhausen, hat sich in der Automobilindustrie bereits vielfach als zuverlässiges und



**Bild 2. Vergleich einer optischen 3D-Messung µsurf (unten) und einer REM-Aufnahme (oben) an einer elektroerodierten Stahloberfläche**

robustes Messmittel bewährt. Zunehmend wird das Know-how von NanoFocus daher auch in der Medizintechnik eingesetzt – und das sowohl in der Forschung als auch in der Produktion.

Der hochpräzise Piezoversteller zur Positionierung des Objektivs erlaubt Messungen von Rauheiten im Nanometerbereich. Auch extrem raue Oberflächen mit steilen Kanten können erfasst und ausgewertet werden. Die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Messergebnisse wird anhand standardisierter ISO-Normale regelmäßig überprüft.

Die konfokale Bilderzeugung ermöglicht neben der Messung der 3D-Topografie die Errechnung von Bildern mit unendlicher Tiefenschärfe. Die Größe eines Einzelmessfeldes variiert je nach Objektiv zwischen 1,6 x 1,6 mm und 160 x 160 µm. Durch das automatisierte Zusammensetzen von Einzelbildern (Stitching) können auch größere Bereiche vermessen werden. Der modulare und kompakte Systemaufbau der µsurf-Produktreihe ermöglicht die Integration des Messkopfs in moderne Fertigungsmaschinen.

Zur Steuerung des Systems und Auswertung der Messdaten dient die Mess- und Auswertungs-Software µsoft. Aufgrund der benutzerfreundlichen Bedienungssoftware sind neue Anwender bereits nach wenigen Minuten in der Lage, eigenständig komplexe Messungen durchzuführen.

Zur Beurteilung der Messdaten stehen neben umfangreichen Filter- und Maskierungsfunktionen auch Auswertungen von Rauheitsparametern nach DIN EN ISO sowie flächenbezogene Strukturanalysen für tribologische Untersuchungen zur Verfügung. Geometrische Vermessungen anhand von Konturschnitten können direkt im Messbild durchgeführt werden. Mithilfe von Software-Schnittstellen ist die Integration anwenderspezifischer Auswertungen und Automatisierungslösungen möglich.

**Kontrolle von Rauheit, Schichtdicke und Topografie**

Speziell bei Implantaten ist die Oberflächenstruktur aufgrund des direkten Gewebekontakts von großer Bedeutung. So

heilen Dentalimplantate infolge gezielter Aufrauung schneller und dauerhafter in den Kiefer ein. Bild 3 zeigt die mittels Sandstrahlen und anschließendem Ätzen aufgeraute Struktur eines Dentalimplantats (Messfeld 800 x 800 µm). Die fortlaufende Messung der 3D-Oberflächenrau-

**QM-Infocenter.de**  
Das Portal für Qualitätsmanagement

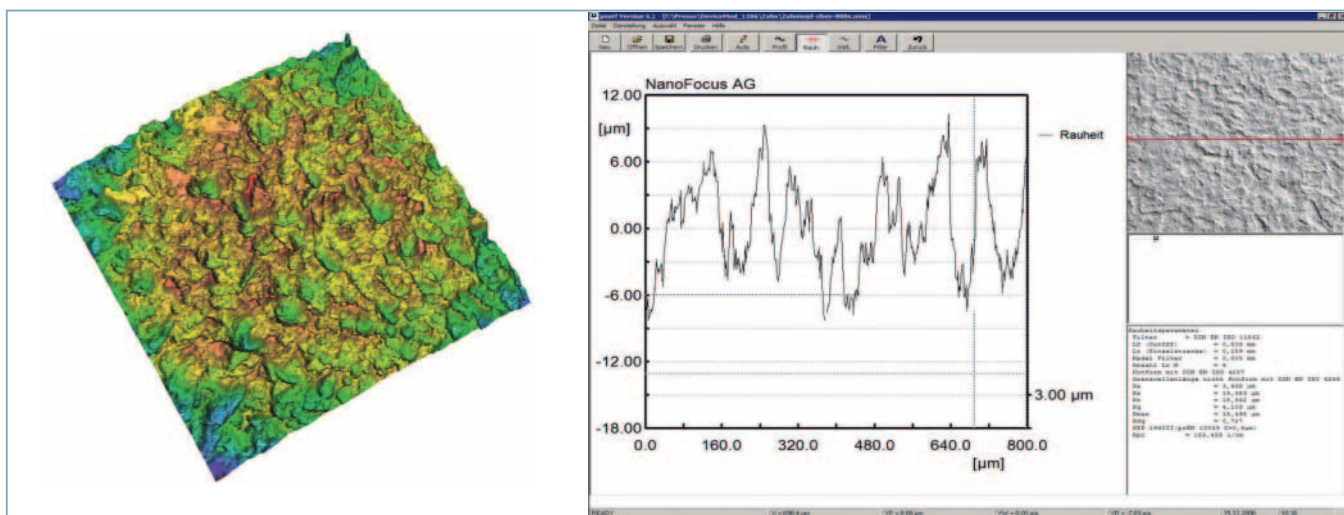
**Blick ins Innere des Motors**

Über die optische 3D-Messung von Zylinderoberflächen berichtete **NanoFocus in QZ 51 (2006) 5**. Diesen Beitrag finden Sie im Online-Archiv unter:

[www.qm-infocenter.de/NanoFocus](http://www.qm-infocenter.de/NanoFocus)

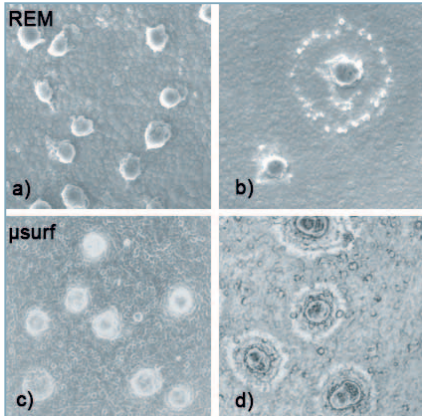
heit während des Fertigungsprozesses garantiert dem Hersteller die Einhaltung festgelegter Rauheits-Toleranzen.

Neben der Messung der 3D-Topografie der äußeren Hülle lässt sich anhand einer tiefenaufgelösten Konfokalauswertung auch die Dicke transparenter Schichten bestimmen. Diese Untersuchungen sind z. B. bei Stents (Gefäßimplantaten) notwendig, um die Homogenität bioaktiver Beschichtungen zu beurteilen. ▷



**Bild 3. Aufgeraute Struktur eines Dentalimplantats, Messfeld 800 x 800 µm: 3D-Topografie (links) und Rauheitsauswertung (rechts)**

Mit dem  $\mu$ surf liegt die Genauigkeit auch bei solchen Messungen im Nanometerbereich. Transparente Schichten können ab  $1\ \mu\text{m}$  erfasst werden. In Kooperation mit IMSTec GmbH, Mainz, soll die NanoFocus-Technik demnächst in Maschinen zur Stent-Produktion eingesetzt werden.



**Bild 4.** Mit dem  $\mu$ surf gemessene nekrotische Zellkultur auf einer Gold-Nickel-Schicht. Eine Veränderung der Zellstrukturen nach 48 bzw. 72 Stunden ist dabei deutlich zu erkennen. Für die Messung wurde ein 100x-Objektiv mit einem Bildfeld von  $160 \times 160\ \mu\text{m}$  verwendet

Elektrisch betriebene Implantate erfordern eine sorgfältige Materialauswahl sowie eine Charakterisierung der Aufbau- und Verbindungstechnik für Baugruppen und Fertigprodukte. Von besonderem Interesse ist dabei die Schnittstelle – genauer die Oberfläche – zwischen dem Material des elektronischen Produkts und dem menschlichen Körper. Dort kann es zu Langzeit-Wechselwirkungen wie Materialschäden, Systemausfällen oder einer Schädigung des Patienten kommen.

Zur Beurteilung wird eine Zytotoxizitätsprüfung gemäß DIN EN ISO durchgeführt (Bild 4). Der große Vorteil diese Methode im Vergleich zur klassischen REM-Analyse ist die Messung ohne vorherige Präparationszeit. Außerdem können auch lebende Zellkulturen erfasst werden. □

Heike Schmidt, Jürgen Valentin

► **NanoFocus AG**  
T 02 08/6 20 00 53  
info@nanofocus.de  
www.nanofocus.de