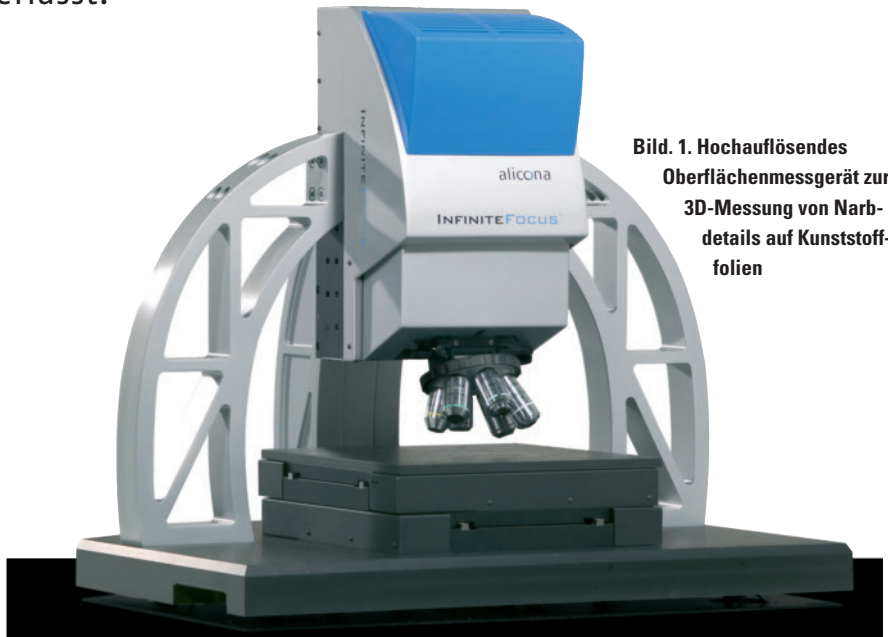


# Narbung im Fokus **3D-Oberflächenmessung.**

Die Fokus-Variation wird u.a. zur hochauflösenden Messung von Kunststofftopographien mit variierenden Reflexionsbedingungen und steilen Flanken eingesetzt. Mit einem optischen 3D-Messsystem, das auf der Fokus-Variation basiert, lässt sich jetzt die Ledernarbung von Folien messen. Damit wird die Regelmäßigkeit von Narbelementen vor und nach dem Kaschieren numerisch erfasst.

**ASTRID KRENN**

Optische und haptische Eindrücke der Innenverkleidung eines Fahrzeugs gewinnen immer mehr an Bedeutung, da sie zunehmend als Qualitätsindikator gelten. Das entspricht auch dem Trend bzw. den Anforderungen in der Automobilindustrie, das Fahrzeug als eigenen Lebensraum zu gestalten und erlebbar zu machen. Zulieferer und Hersteller von entsprechenden Werkzeug- und Verfahrenstechniken zur Veredelung von Interieur- und Exterieuroberflächen stehen in zunehmendem Maße vor der Herausforderung, Details wie die Ledernarbung von Instrumententafeln, Türverkleidungen, Ablagen, Konsolen etc. so natürlich wie möglich nachzugestalten. Je regelmäßiger und gleichförmiger die Narbdetails auf der Kunststoffoberfläche verteilt sind, desto natürlicher und „echter“ wird die Innenausstattung empfunden. Bis dato werden die geprägten Kunststofffolien vielfach rein visuell geprüft. Das widerspricht dem Anspruch der Hersteller auf Qualitätskontrolle, die numerisch verifizierbar und in mehreren Produktionsstufen benutzerfreundlich einsetzbar ist. Dementsprechend steigt der Bedarf an flexiblen, flächenbasierten Messsystemen zur 3D-Oberflächenprü-



**Bild 1. Hochauflösendes Oberflächenmessgerät zur 3D-Messung von Narbdetails auf Kunststofffolien**

fung der geprägten Folien vor und nach der Kaschierung.

## Optische Oberflächenmessung versus taktile Verfahren

Zur aussagekräftigen 3D-Messung der Folientopographie müssen Messsysteme mehrere Bedingungen erfüllen. Die wichtigsten Anforderungen sind die Messkapazitäten von Oberflächen mit divergierenden Reflexionseigenschaften und Glanzgraden, eine hohe vertikale Auflösung auch bei großen Messfeldern von bis zu 10 cm × 10 cm, das Handling von großen 3D-Datensätzen und wiederholgenaue Messungen bei steilen Flanken. Für diese komplexen Messungen eignen sich besonders optische Messsysteme. Taktile Messverfahren liefern aus mehreren Gründen nur äußerst unzureichende Ergebnisse. Flächenbasierte Messungen sind ausgeschlossen, da nur die Spur einer abgetasteten Fläche numerisch erfasst wird und damit keine Aussage über die Narbenstruktur einer größeren Fläche möglich ist. Des Weiteren reicht die Tast-

spitze eines taktilen Systems kaum in die Täler zwischen den Narbenspitzen, was zu einem verfälschten Messergebnis führt. Unterschiedliche Reflexionseigenschaften, die aus den verschiedenen Glanzgraden von Narbgrund und Narbenspitze resultieren, können mittels taktiler Messung ebenfalls nicht erfasst werden.

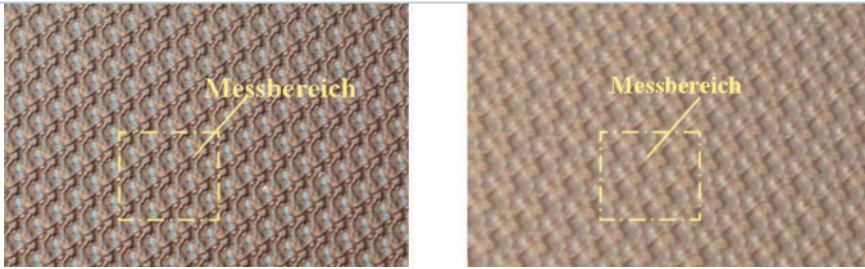
Im Folgenden wird beschrieben, wie das optische Messsystem InfiniteFocus der Alicona Imaging GmbH, Grambach/Österreich, zur 3D-Oberflächenmessung von Kunststofffolien in mehrer Hinsicht eingesetzt werden kann (Bild 1). Dabei wird vor allem auf die Lösung applikationsspezifischer Aufgabenstellungen eingegangen, gefolgt von der Vorstellung weiterer Einsatzbereiche und der Beschreibung der Technologie der „Fokus-Variation“.

InfiniteFocus ist ein optisches 3D-Messsystem zur hochauflösenden Oberflächenmessung im Labor und in der Produktion. Es wird zum dimensionellen Messen von Oberflächen, zur Oberflächenanalyse und Charakterisierung eingesetzt. Auch komplexe Topographien



### Hersteller

**Alicona Imaging GmbH**  
 Teslastraße 8  
 A-8074 Grambach  
 Österreich  
 Tel. +43 (0)3 16/40 00-700  
 Fax +43 (0)3 16/40 00-711  
 info@alicona.com  
 www.alicona.com



**Bild 2. Kunststoffolie mit Ledernarbung. Links: Referenzprobe, rechts: Probe kaschieret. Es wird gemessen, wie sich die Struktur und Verteilung der Narbendetails nach dem Kaschieren verändern**

mit steilen Flanken, großen Rauheiten und stark variierenden Reflexionseigenschaften werden reproduzierbar und rückführbar mit einer vertikalen Auflösung von bis zu 10 nm gemessen. Sämtliche Analysen zur Form- und Geometriemessung können automatisiert werden.

### 3D-Messung von Narbdetails

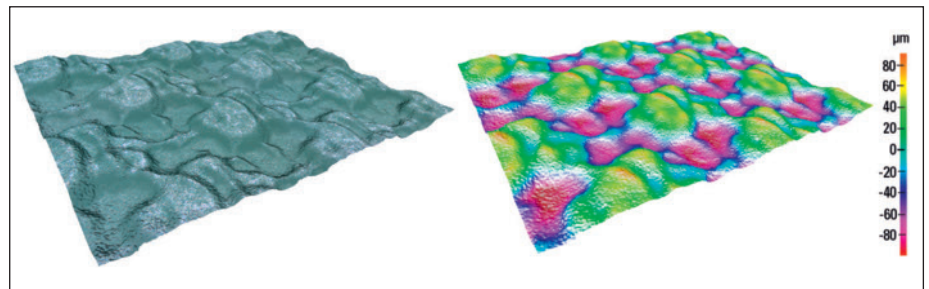
Mithilfe von Silikonabgüssen werden Abformwerkzeuge hergestellt, mit denen Kunststofffolien zur weiteren Kaschierung geprägt werden. Mit InfiniteFocus wird evaluiert, in welchem Ausmaß bzw. zu welchem Prozentsatz die Regelmäßigkeit und Soll-Struktur der Narbdetails nach dem Verformungsprozess erhalten geblieben ist. Vor der weiteren Verarbeitung durch Kaschieren wird außerdem anhand der vergleichenden Messung mit einem Referenzmuster ermittelt, ob die geprägten Folien als gut oder schlecht klassifiziert werden können (Bild 2).

Dazu zählt z.B. die Frage, ob und wieviel Nahthöhe durch die Kaschierung verloren geht. Die Inspektion hinsichtlich regelmäßiger Verteilung und einheitlicher Größe der Narbelemente lässt also deutliche Rückschlüsse auf die Qualität des Abformergebnisses zu. Die Gleichmäßigkeit der Verteilung wird durch die Messung von Höhe, Form, Umfang und Fläche der Narbdetails ermittelt (Bilder 3a und b).

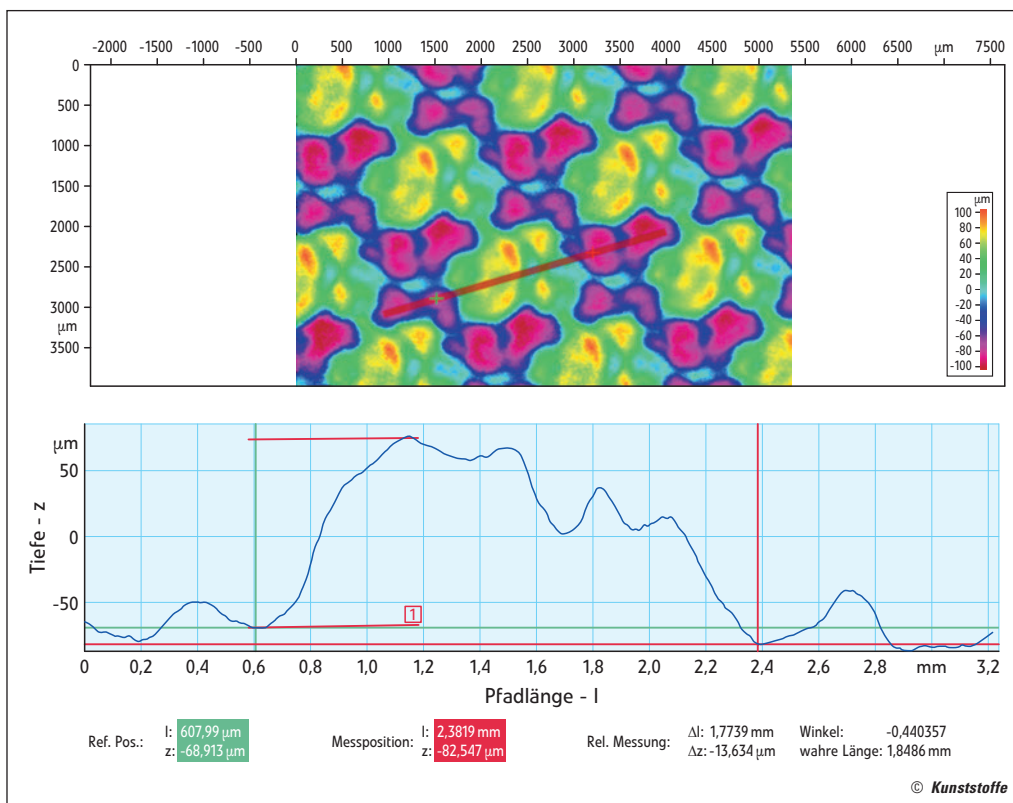
InfiniteFocus zeichnet sich bei dieser Applikation neben der hohen Genauigkeit von bis zu 10 nm vertikale Auflösung

auch durch die hohe Benutzerfreundlichkeit aus. Sämtliche Messungen erfolgen per Mausklick im optischen Farbbild. Die visuelle Korrelation zwischen Tiefenbild der Oberfläche und Messergebnis eröffnet völlig neue Anwendungsmöglichkeiten und weitaus umfassendere Maßnahmen zur Qualitätssicherung als bis dato bekannt sind, da durch die visuelle Korrelation – „sehen, was man wo misst“ – wesentlich detaillierte Messungen möglich sind. Die Profil- bzw. Höhenmessung über beliebig große Messfelder von bis zu 10 cm × 10 cm gibt Aufschluss über regelmäßige Höhenstruktur der Narbelemente zur Klassifizierung von „gut“ oder „schlecht“ (Bilder 4a und b).

Zusätzlich kann jedes einzelne Narbdetail in 3D visualisiert und gemessen werden, wodurch u. a. deutliche Rückschlüsse auf die Qualität des Abformwerkzeugs gewonnen werden (Bild 5). ▶



**Bild 3a. 3D-Modell in Echt- und Falschfarbendarstellung vom selektierten Messfeld der Referenzprobe**



**Bild 3b. Profilmessung der Narbdetails. Damit wird u. a. evaluiert, wie sich die Nahthöhe nach dem Kaschieren verändert**

Neben der Profilmessung liefert die Flächenanalyse weitere Ergebnisse für eine detaillierte Untersuchung und Quantifizierung der Oberfläche. Dazu zählen Mittelwerte über sämtliche Höhen und Ebenheit der Fläche sowie Parameter zur Berechnung des Materialanteils, Funktionsparameter zur Volumenmessung, Amplitudenparameter zur Beschreibung der Höhenverteilung oder die Gradientenverteilung.

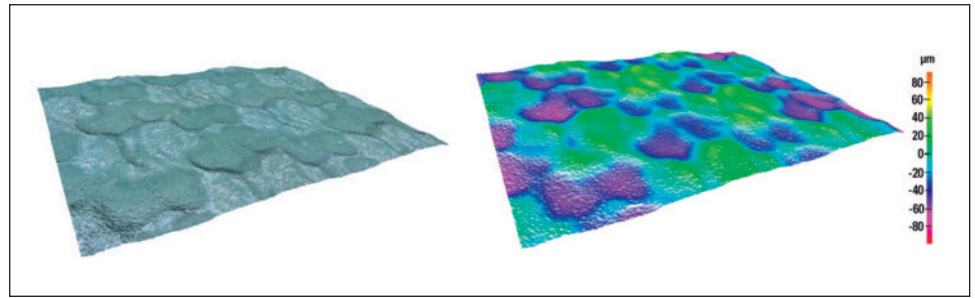


Bild 4a. 3D-Modell in Echt- und Falschfarbendarstellung vom selektierten Messfeld der kaschierten Folie

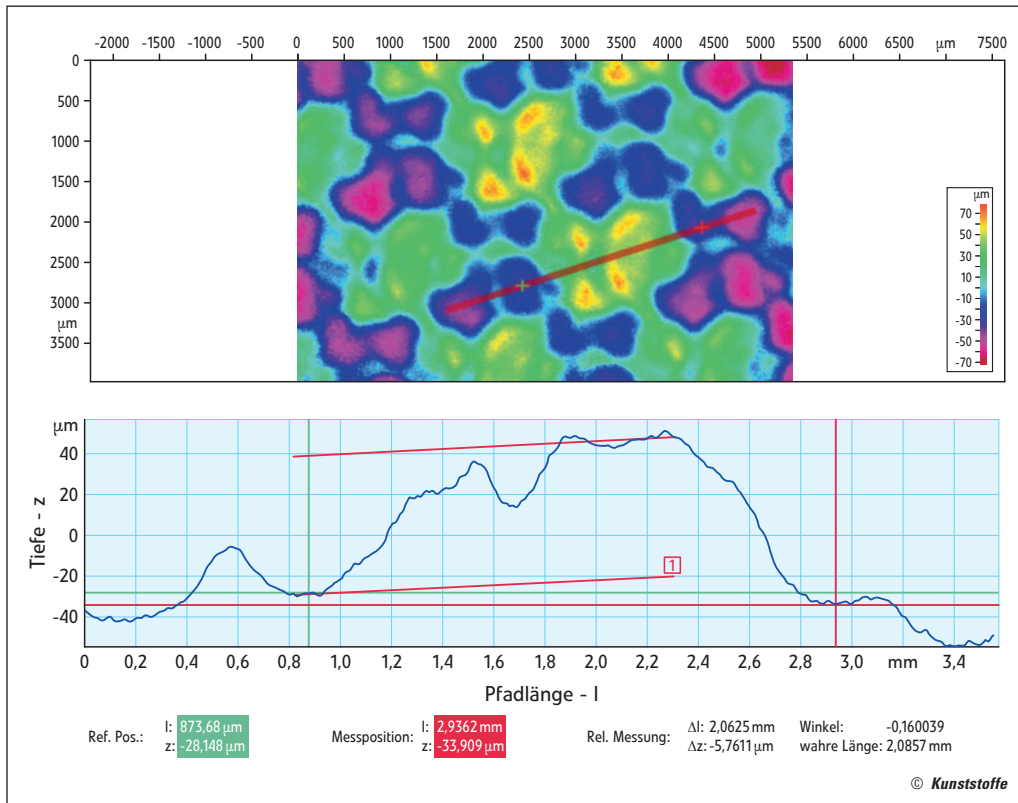


Bild 4b. Profilmessung der Narbstruktur. Messungen haben gezeigt, dass sich die Nahthöhe nach dem Kaschieren um bis zu 40 % verringert

Auch die Messung des Abstands zwischen den einzelnen Tälern ist signifikant. Messungen haben gezeigt, dass durch das Ziehen bzw. Kaschieren der Folie Narbelemente bis zu 40 % an Höhe verlieren und sich auch Umfang und Fläche entsprechend ändern.

### Glanzgrad optisch 3D messen

Leder, Kunststoff, genarbte und matte Materialien – die Innenraumausstattung eines Automobils besteht aus unterschiedlichsten Komponenten, die harmonieren müssen. Der Glanzgrad der Folien wird angepasst, indem das Werkzeug entsprechend modifiziert wird. Mit InfiniteFocus lässt sich ermitteln, ob die Glanzgradanpassung den entsprechenden Toleranzen entspricht. Damit kann auch sicher gestellt werden, dass die Modifikation des Abformwerkzeugs den gewünschten Effekt erzielt.

Der Glanzgrad wird mithilfe der Rauheitsmessung (Bild 6) beziehungsweise dem Ra-Wert der Topographie evaluiert. Meist setzen Hersteller die etablierte Methode ein, um über die Intensität von reflektierendem Licht auf die Beschaffenheit der Probe zu schließen. Diese Messung ist allerdings nicht sehr aussagekräftig, da die Ergebnisse nicht numerisch verifizierbar sind.

### Die Technologie der Fokus-Variation

Das Messsystem InfiniteFocus beruht auf dem technologischen Verfahren der Fokus-Variation (Bild 7). Das technologische Prinzip basiert auf der geringen Schärfentiefe einer optischen Vergrößerung und gewinnt Tiefen- und Echtfarbinformation einer Oberfläche.

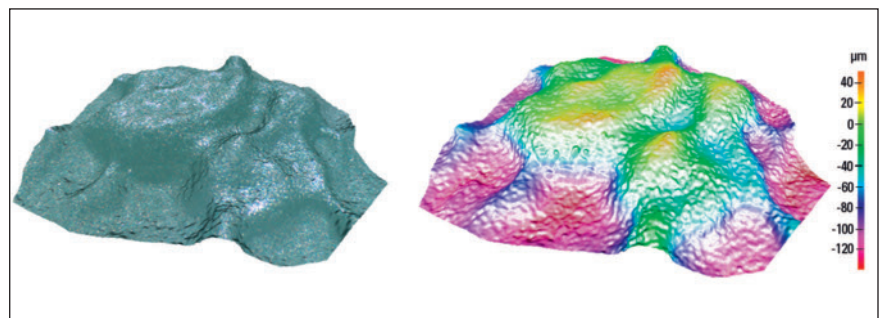
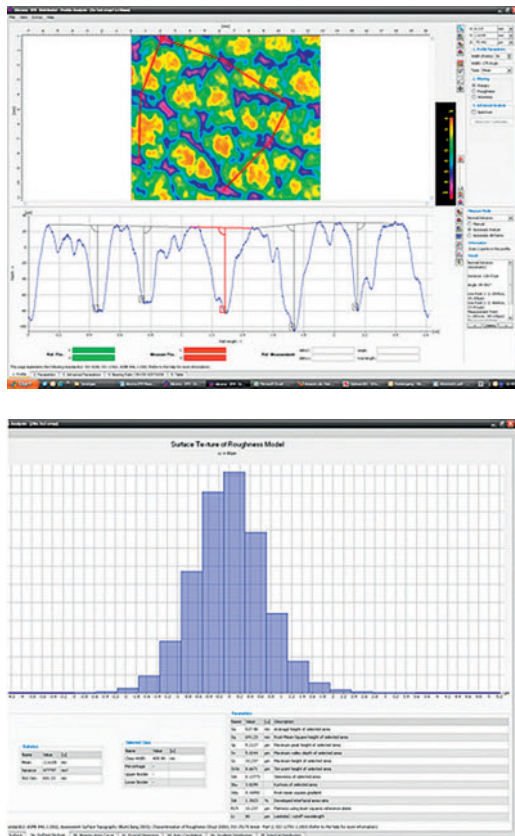


Bild 5. 3D-Aufnahme von Narbdetails einer Kunststoffolie in Echt- und Falschfarbendarstellung



**Bild 6. Die Rauheitsmessung ermittelt den Glanzgrad der kaschiierten Folie**

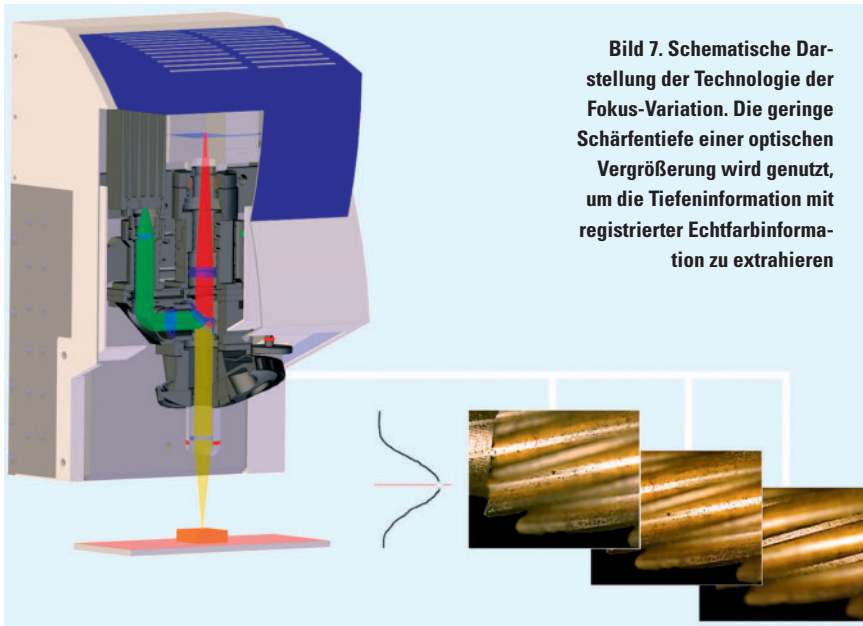
Die Hauptkomponente von Infinite-Focus ist eine Präzisionsoptik, die diverse Linsensysteme enthält und mit verschiedenen Objektiven ausgestattet werden kann, um so Objekte in maximaler Auflösung zu messen. Mithilfe eines halbdurchlässigen Spiegels wird Licht von einer Weißlichtquelle in den optischen Pfad des Geräts geleitet und über das Objektiv auf die Probe fokussiert. Wenn das Licht auf der Probe auftrifft, wird es je nach Probenbeschaffenheit in verschiedene Richtungen reflektiert. Bei diffusen Oberflächen findet die Reflexion in alle Richtungen gleichmäßig, bei spiegelnden Topographien hauptsächlich nur in eine Richtung statt. Alle ausgehenden Lichtstrahlen, die auf das Objektiv treffen, werden mithilfe der Optik gebündelt und treffen auf der Rückseite des Spiegels auf einen lichtempfindlichen Sensor. Aufgrund der geringen Schärfentiefe des Systems werden immer nur kleinere Bereiche des Objekts scharf abgebildet. Um eine 3D-Messung und die Erzeugung eines vollkommen scharfen Bilds zu ermöglichen, ist es notwendig, die Präzisionsoptik entlang der optischen Achse vertikal so zu verschieben, dass jeder Bereich der Probe scharf abgebildet wird. Bei diesem Scan-Prozess wird mithilfe des Sensors eine ganze Se-

rie von 2D-Datensätzen erfasst und ausgewertet, um 3D-Daten und ein vollkommen scharfes Bild der Probe zu generieren. Diese Auswertung geschieht in mehreren Schritten. Zunächst wird für jeden Punkt, der vom Sensor erfasst wurde, ein Schärfemaß berechnet, um zu bestimmen, an welcher Z-Position jeder Objektpunkt am schärfsten abgebildet wurde. Für jeden Objektpunkt wird ein 3D-Messwert geliefert.

In der Literatur sind verschiedene Methoden für die Berechnung der Schärfe eines Bilds bekannt, die auf der Auswertung der Grauwertdaten beruhen. Grundsätzlich gilt, dass ein Objektpunkt

umso schärfer abgebildet wird, je stärker die Variation der Sensorwerte in einem kleinen lokalen Bereich ist. Eines der gängigsten Schärfemaße ist es demzufolge, alle Werte in einem kleinen lokalen Bereich aufzulisten und deren Standardabweichung als Maß für die Schärfe zu verwenden.

Aufgrund der großen involvierten Datenmengen ist es möglich, mechanische Einschränkungen zu umgehen. Damit werden für jede Z-Position hochauflösende Messwerte erhalten. Sobald die Höhendaten topographisch erfasst worden sind, wird ein Farbbild mit durchgehender Schärfentiefe erzeugt. ▶



**Bild 7. Schematische Darstellung der Technologie der Fokus-Variation. Die geringe Schärfentiefe einer optischen Vergrößerung wird genutzt, um die Tiefeninformation mit registrierter Echtfarbinformation zu extrahieren**

Die Fokus-Variation ist im aktuellen Entwurf zur neuen ISO Norm 25178 zur Standardisierung von optischen Messgeräten aufgenommen. Diese neue Norm umfasst neben taktilen erstmals auch optische Verfahren sowie die Definition von

Oberflächenparametern zur flächenhaften Charakterisierung von Oberflächen. Alicona ist ein offiziell entsandter Experte in das entsprechende Normen-Komitee und arbeitet aktiv bei weiteren Standardisierungen mit. ■

#### DIE AUTORIN

MAG. ASTRID KRENN, geb. 1977, ist bei der Alicona Imaging GmbH für Marketing verantwortlich; astrid.krenn@alicona.com

#### SUMMARY KUNSTSTOFFE INTERNATIONAL

### Focus on Grain

**3-D SURFACE MEASUREMENT.** Focus variation is employed, inter alia, for high-resolution measurement of plastic topographies with varying reflection properties and steep flanks. By means of an optical 3-D measuring system based on focus variation the leather-like grain on films can now be measured. In this way the regularity of grain elements before and after lamination can be quantified.

NOTE: You can read the complete article in our magazine **Kunststoffe international** and on our website by entering the document number **PE104402** at [www.kunststoffe-international.com](http://www.kunststoffe-international.com)