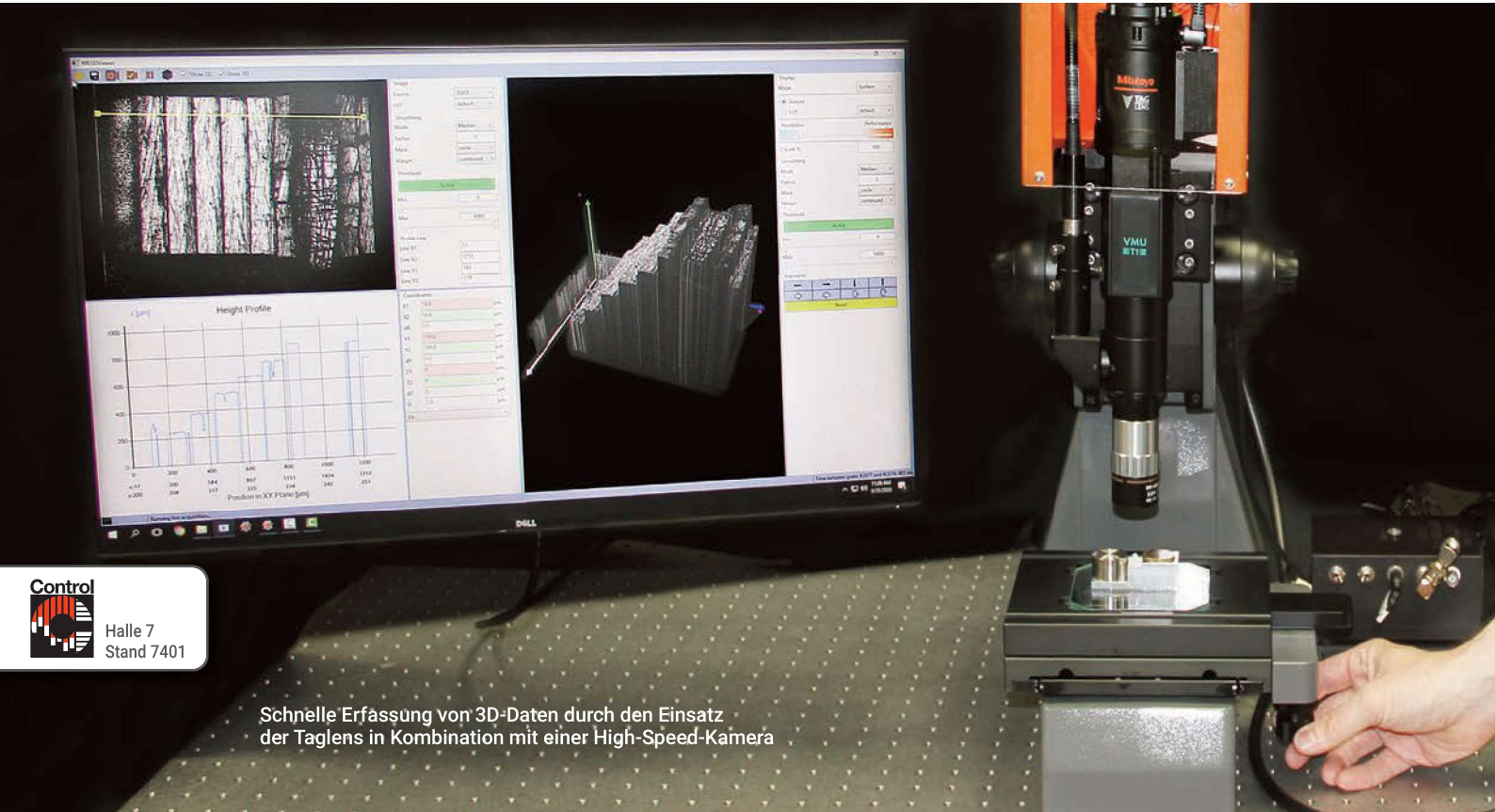


# Einzigartige Messlösung mit neuen 3D-Funktionen



Schnelle Erfassung von 3D-Daten durch den Einsatz der Taglens in Kombination mit einer High-Speed-Kamera

Die Taglens von Mitutoyo ist eine varifokale Linse, die – kombiniert mit einem optischen System – dessen Funktionsumfang um ein Vielfaches erweitert. Mit der Integration dieser Linse lässt sich Problemen, hervorgerufen durch eine eingeschränkte Schärfentiefe, gezielt begegnen. Darüber hinaus ist mit diesem bemerkenswerten Produkt eine ultra-schnelle Autofokus-Funktion ohne mechanische Bewegung realisierbar sowie die Erfassung von 3D-Daten.

Bei der Taglens handelt es sich um eine spezielle Form einer Gradientenlinse. Sie erhält ihre optischen Eigenschaften nicht durch gewölbte Oberflächen, sondern durch einen zu ihrem Zentrum hin kontinuierlich ansteigenden (Sammellinse) oder abfallenden (Zerstreuungslinse) Brechungsindex.

## Faszinierendes Funktionsprinzip

Die Besonderheit dieser Gradientenlinse ist, dass bei der Taglens (Tunable

Acoustic Gradient Index Lens) eine räumliche und zeitliche Variation des Brechungsindex durch eine akustische Welle in ihrem Inneren erzeugt wird. Das optische Material der Linse ist dabei nicht fest, sondern eine Flüssigkeit auf Silikonbasis, in der durch einen umliegenden Piezoring eine stehende Welle ausgebildet wird. Diese sorgt für eine Dichteverteilung und somit einen radialen, dynamischen Gradienten des Brechungsindex innerhalb der Flüssigkeit. Dabei beschreibt die Verteilung des Brechungsindex im Zentrum der Linse eine

Besselfunktion. Infolgedessen weist die Taglens die idealen optischen Eigenschaften einer asphärischen Linse auf.

Das Silikonöl muss für den Einsatz in der Linse verschiedene Kriterien erfüllen. Neben besonderen Eigenschaften hinsichtlich der Manipulation des Brechungsindex durch eine akustische Welle muss es auch eine geringe Absorption in einem möglichst breiten Wellenlängenbereich aufweisen. Hier gibt es neben dem für den sichtbaren Bereich optimierten ‚Standard-Silikon‘ auch schon Entwicklungen hin zu Varianten, die im nah-infraroten

Spektrum transparent sind, um die Linsen in einem noch größeren Anwendungsgebiet nutzen zu können.

### Vielfältig nutzbar

Die Taglens lässt sich in verschiedenste optische Aufbauten einbinden. Die Bandbreite reicht von der Beobachtung winziger Details in Mikroskopaufbauten über Systeme für die In-Line-Kontrolle in der Serienfertigung bis hin zu Laseranwendungen. Auf allen Gebieten können Anwen-

Kombiniert mit der VMU-T1 ergibt sich mit der Taglens ein Komplettsystem zur Bilderfassung.

der auf unterschiedliche Weise von ihrem Einsatz profitieren. Durch die Ergänzung der Taglens mit der Mitutoyo Pulsed Light Source (PLS) – einer mit der Linse synchronisierten, schnell-gepulsten Lichtquelle – ist der Funktionsumfang der Linse noch einmal zusätzlich erweiterbar. Beispielsweise erlaubt diese Kombination, die Bilderfassung auf einzelne Bereiche (Phasen) während einer Oszillation des Brechungsindex zu beschränken und somit auf einzelne Ebenen zu fokussieren. Mit dem Einsatz einer gepulsten Lichtquelle werden auch die neuen 3D- und Autofokusfunktionen erst ermöglicht.

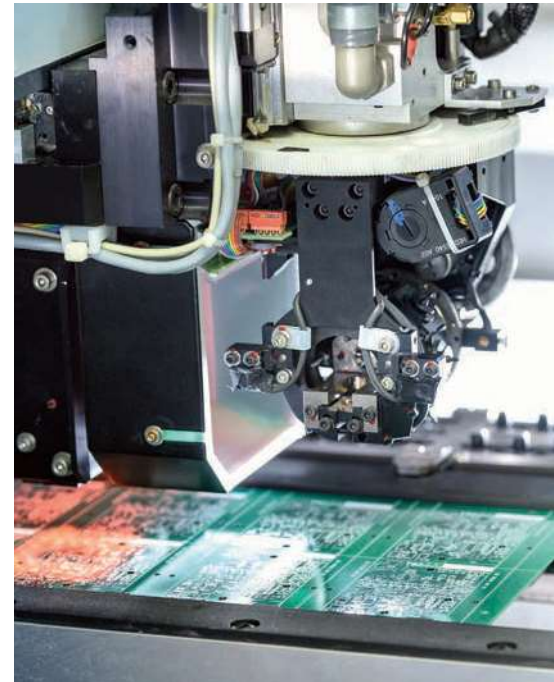
### Neue Autofokus- und 3D-Funktionen

Durch die stetige Weiterentwicklung sowohl der Hardware als auch der Taglens-Steuersoftware vergrößert Mitutoyo kontinuierlich das Einsatzgebiet der Linse.



Neue Funktionen lassen sich wie gewohnt mithilfe eines Software Development Kit (SDK) einfach in die Kundensoftware integrieren, sodass eine möglichst große Anpassbarkeit gegeben ist. Somit kann nun mit einem einzigen Befehl die Autofokusfunktion genutzt werden. Hierzu wird der Fokusabstand durch Anpassung der Phase der gepulsten Beleuchtung automatisch von Bild zu Bild verschoben und ein rascher Autofokus ohne die Verwendung mechanischer Bauteile realisiert. Diese Funktion ist überall dort von Vorteil, wo in kürzester Zeit fokussiert werden muss und mechanische Bauteile deutlich belastet werden würden oder Bereiche schwer zugänglich sind.

Des Weiteren erlaubt die Taglens jetzt auch das Erfassen von 3D-Daten. So ist es möglich, durch den Einsatz der Linse in Kombination mit dem Mitutoyo Einbaumikroskop VMU-T1 Höhen absolut zu bestimmen. Ähnlich zu dem Vorgehen bei einem Autofokus werden hierzu zunächst mehrere Bilder zu leicht verschobenen Phasen der Taglens aufgenommen. Durch die vorangegangene Einmessung des optischen Systems kann nun jeder Phase eine Fokusposition zugeordnet und durch ein anschließendes Focus-Stacking ausgewertet werden. Hierbei wird jedem Bildbereich eine Höhe zugeordnet. Die Höhenwerte können anschließend als Punktwolke ausgegeben und beispielsweise in Mitutoyo MCubeMap ausgewertet oder weiterverarbeitet werden. Aufgrund der hohen Geschwindigkeit, mit der sich die Bilder mit verschiedenen Fokusposi-



In-Line-Einsatz zur Kontrolle von PCBs

tionen aufnehmen lassen, ist die Erfassung der 3D-Daten in sehr kurzer Zeit möglich. Dies erlaubt es, 3D-Analysen auch in zeitsensitiven Anwendungen einzusetzen. Gerade im In-Line-Einsatz wird durch die Integration der Taglens profitiert. So eröffnet sie viele neue Möglichkeiten – wie die simultane Fokussierung auf mehrere Ebenen – und hilft gleichzeitig, den Durchsatz zu erhöhen.

Von den Neuerungen unberührt bleiben die bisherigen Funktionen der Taglens, zum Beispiel die Möglichkeit, diese in Verbindung mit einem Laser einzusetzen. Hier kann die Linse dazu genutzt werden, die Fokusposition des Lasers entlang seiner Achse kontinuierlich mit einer Geschwindigkeit von 70kHz zu verschieben und somit einen anfälligen mechanischen Aufbau zu ersetzen. Auch bietet die Linse durch die Funktion zur Schärfentieferweiterung (EDOF, Extended Depth of Focus) weiterhin einen echten Mehrwert für zahlreiche Anwendungen, um das zeitintensive oder gar unmögliche Nachfokussieren des optischen Systems zu umgehen.

[www.mitutoyo.de](http://www.mitutoyo.de)

**Autor: Dr. Michael Köppinger,  
Produktmanager bei der Mitutoyo  
Deutschland GmbH in Neuss**

### ■ Stets im Fokus

Die stehende Welle in dem Silikonöl oszilliert mit einer hohen Frequenz von 70kHz. Somit ist die Taglens eine Linse, dessen Brennweite innerhalb von circa  $7\mu\text{s}$  zwischen ihrem positiven und negativen Maximalwert oszilliert. Integriert in ein optisches System führt dies zu einem sich ultra-schnell verschiebenden Fokuspunkt.