



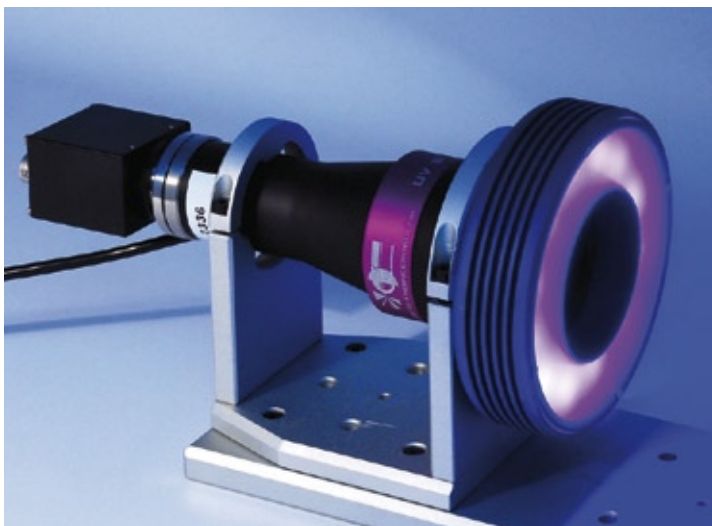
Quelle: Flickr, derpunk

# Hochgenau in UV

## Telezentrische UV-Objektive für höchste Bildauflösung

Herkömmliche industrielle Bildverarbeitungsobjektive und herkömmliche telezentrische Objektive arbeiten im Bereich des sichtbaren Lichts. Integratoren im Bereich industrieller Bildverarbeitung haben bisher diese Art Objektive verwendet, weil die Kamera genau das zeigen sollte, was das menschliche Auge zu sehen in der Lage ist. Allerdings zeigt sich nun, dass dieser Ansatz einige Einschränkungen zur Folge hat – insbesondere dann, wenn Kameras mit einer sehr geringen Pixelgröße verwendet werden, um eine sehr hohe Mess-Auflösung zu erreichen.

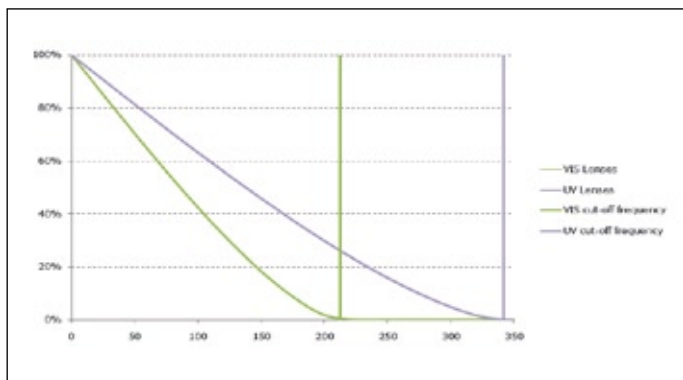
Die telezentrischen UV-Objektive generieren winzige Pixelgrößen und liefern eine automatische optische Schärfextraktion



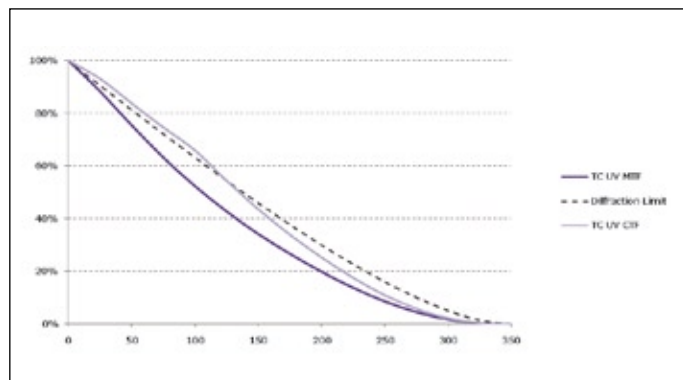
Tatsächlich wird die Grenzauflösung eines Objektivs von der Grenzfrequenz bedingt, also der Ortsfrequenz (in Zeilen/mm), bei der das Objektiv nicht mehr in der Lage ist, Bildkontrastinformationen zu liefern. Da die Grenzfrequenz sich umgekehrt proportional zur Lichtwellenlänge verhält, sind gewöhnliche Bildverarbeitungs-Objektive und telezentrische Objektive, die im VIS (sichtbaren) Bereich arbeiten, mit einer sehr geringen Pixelgröße, also z.B. Größen von  $1,75 \mu\text{m}$ , unbrauchbar. Diese aber werden zunehmend beliebter unter den Industriekameras.

Aus diesem Grund hat Opto Engineering eine neue Serie telezentrischer Objektive entwickelt, die im UV-Bereich arbeiten (TC-UV-Serie). Die Objektive dieser Serie wurden speziell dafür konstruiert, die höchste Bildauflösung zu gewährleisten, die heutzutage mit Bildverarbeitungssystemen möglich ist.

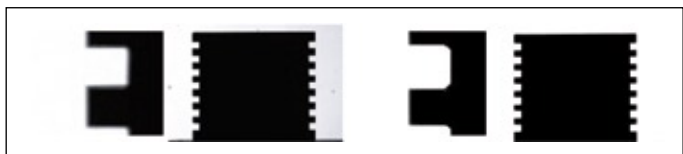
Telezentrische UV-Objektive können effektiv mit Pixelgrößen von  $2 \mu\text{m}$  arbeiten und sind insofern ideal für alle Applikationen geeignet, in denen sowohl sehr hochauflösende Kameras eingesetzt wer-



Leistungsbegrenzung (Beugungsbegrenzung) zweier Objektive, die im F-Nummer 8 Betrieb arbeiten. Das VIS-Objektiv arbeitet bei 587 nm (grünes Licht) und das UV-Objektiv bei 365 nm. Die MTF Funktion, die das Kontrastverhältnis darstellt, ist bei hohen UV-Ortsfrequenzen wesentlich größer als im VIS-Bereich. Die vertikale Linie zeigt die Grenzfrequenzen beider Objektive: Mit UV-Objektiven von 340 lp/mm ist eine Kontrastinformation theoretisch noch vorhanden und Pixel mit einer Größe von 1,5  $\mu\text{m}$  können signifikanten Bildinformationen liefern



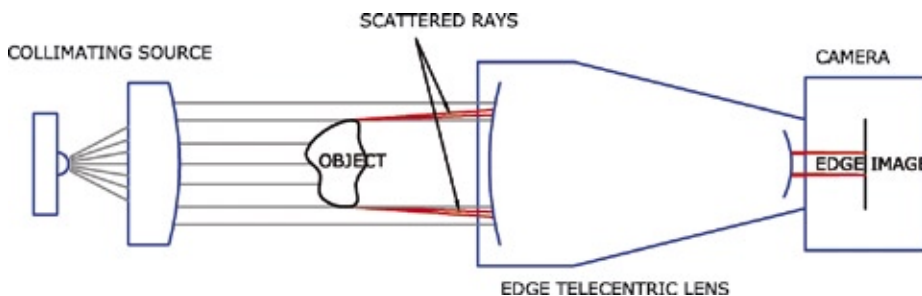
Auflösung von TC-UV-Objektiven. Zusätzlich zur MTF-Beugungsbegrenzung sind sowohl die MTF-Kurve der TC-UV-Objektive als auch die Kurve der CTF (Kontrastübertragungsfunktion) dargestellt. Die MTF-Kurve bezieht sich auf die Resonanz des Objektivs auf ein sinusförmiges Muster, während die CTF-Funktion den Kontrast darstellt, den das Objektiv liefert, wenn ein „Rechteckwellen“-Muster abgebildet wird, das aus schwarzen und weißen Streifen besteht. Wenn  $w$  die Ortsfrequenz und  $p$  die Pixelgröße ist, dann liefert ein Pixel der Größe  $p = 1/2w$  einen Kontrast, der durch die CTF bei der Ortsfrequenz  $w$  festgelegt wird



Hier werden im Gegenlicht ausgeleuchtete Objektkanten gezeigt. Die Objekte auf der linken Seite wurden mit einem Objektiv aufgenommen, das im VIS-Bereich arbeitet. Auf der rechten Seite sieht man das gleiche Bild, dieses Mal jedoch mit einem TC-UV-Objektiv. Mit den TC-UV-Objektiven findet der Schwarz-Weiß-Übergang in weniger als einem Pixel (hier 3,5  $\mu\text{m}$ ) statt

den als auch die höchstmögliche Systemgenauigkeit angestrebt wird. Telezentrische UV-Objektive, die im Bereich 365/425 nm arbeiten, stellen einen sehr viel höheren Bildkontrast bei einer hohen Ortsfrequenz bereit und sind deshalb mit der kleinsten Pixelgröße kompatibel. Auf der anderen Seite ist die Auflösung der Objektive in Kombination mit gewöhnlichen Kameras so hoch, dass sie Objektverschiebungen wesentlich besser tolerieren als VIS Objektive, bevor eine Defokussierung des Bildes auftritt. Folglich ist sogar die Tiefenschärfe höher, wenn man sie mit telezentrischen Standard-Objektiven aus dem VIS-Bereich vergleicht.

Telezentrische UV-Objektive können mit jeglichen UV-Beleuchtungen im Bereich 356–420 nm arbeiten. Dieser Wellenlängenbereich wird von Ring-, Koaxial- oder Gegenlicht-Beleuchtungen geliefert, die mit UV-LEDs ausgestattet sind. Die beste Wahl für Messaufgaben sind jedoch kollimierte telezentrische LED Beleuchtungen, die eine Erhöhung der Bildauflösung und Tiefenschärfe ermöglichen. Diese telezentrischen Beleuchtungen gewährleisten eine außergewöhnlich effiziente Verbindung zwischen UV-LED-Lichtquellen und dem telezentrischen UV-Objektiv, da das Objekt im Gegenlicht mit der idealen Geometrie dargestellt wird. Mit dieser sehr effizien-



Arbeitsprinzip einer kollimierten UV LED Beleuchtung mit einem Objektiv mit TC-Edge-Technologie: Es werden nur die Strahlen, die von der Objektkante gestreut werden, gebündelt und vom Objektiv dargestellt, während der Rest des Sichtfeldes schwarz bleibt

ten Konfiguration sind UV erweiterte Detektoren nicht mehr erforderlich, da jede CCD- oder CMOS- Kamera integriert werden kann.

Telezentrische UV-Objektive, kombiniert mit einer patentierten, von Opto Engineering entwickelten, Optik-Technologie liefern ein einzigartiges Bildverarbeitungsverfahren, das TC Edge-System. Dieses Verfahren gewährleistet, dass nur die Strahlen, die von Objektkanten abgelenkt werden, auf der Detektorebene abgebildet werden. Kanten werden von dem Objektivsystem automatisch hervorgehoben, ohne dass Software-Algorithmen benötigt würden. Das optische System ermöglicht, dass winzige Defekte, Partikel und Oberflächenunebenheiten verdeutlicht werden, die von herkömmlichen Objektivsystemen nicht mehr wahrgenommen werden können.

► Autor  
Claudio Sedazzari,  
Geschäftsführer  
Opto Engineering S.r.l.



► Kontakt  
MaxxVision GmbH, Stuttgart  
Tel.: 0711/997-99645  
Fax: 0711/997-99650  
info@maxxvision.com  
www.maxxvision.com

MaxxVision GmbH ist Exklusiv-Distributor für die Produkte von Opto Engineering im deutschsprachigen Raum.