

Praxisorientierte MTF-Messung an Objektiven nach ISO12233

Dr. Harald Schmalfuss,
Roman Kronenberg
Lensation GmbH, Karlsruhe

Bei der Fertigung von Objektiven kann der negative Einfluss von Bauteiltoleranzen nicht immer vermieden werden. In vielen Fällen ist daher eine statistische oder sogar eine 100%-ige Warenkontrolle notwendig.

Ein wichtiges Kriterium ist dabei die Einhaltung der MTF-Vorgaben über das gesamte Bildfeld.

Wir stellen ein kostengünstiges, massentaugliches Messsystem vor, welches mit einem modifizierten Messverfahren nach ISO 12233[01] arbeitet.

Messvorgang:

- automatische Positionierung und Zentrierung von Sensor und Tray
- Fokussierung des Sensors auf die Bildmitte
- Bildaufnahme der Slanted Edge-Vorlage
- Ermittlung der MTF-Kurve an jeder Kante im Bildfeld
- Bewertung des Objektivs nach Vorgabe

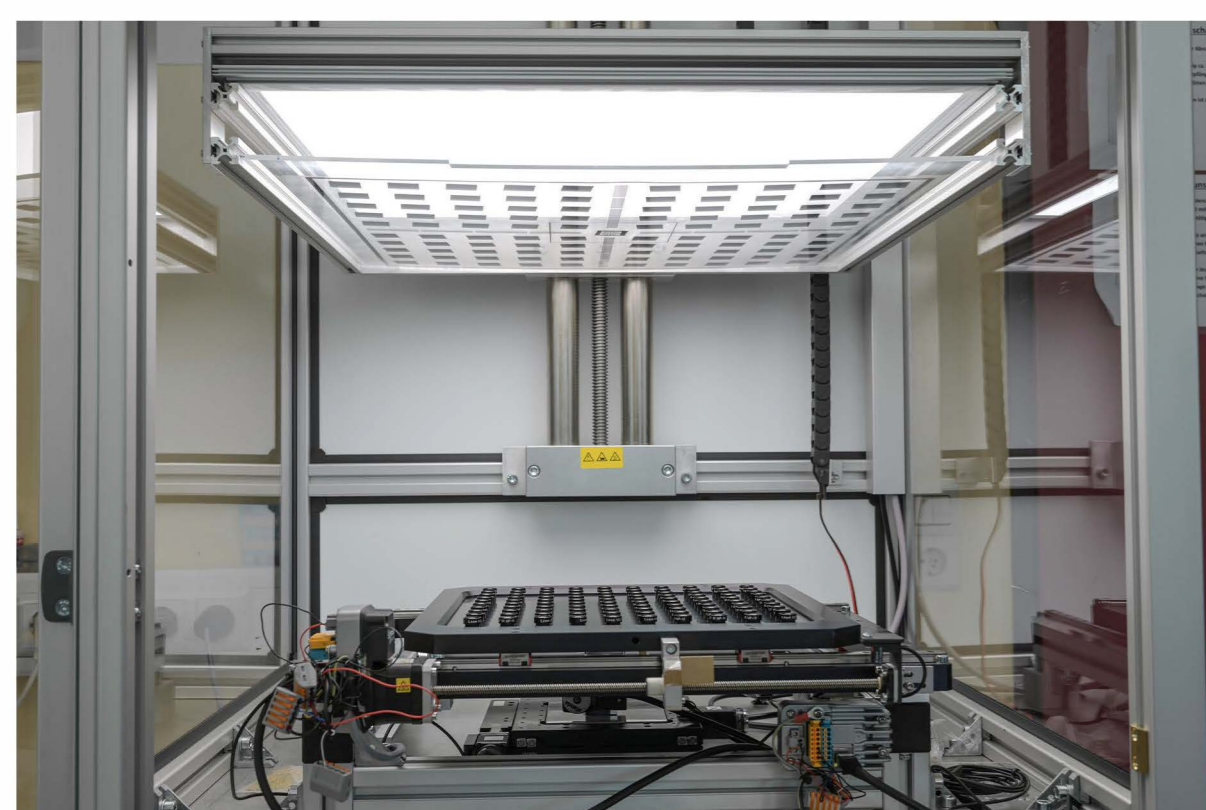


Abbildung 1: Messaufbau zur automatisierten MTF-Messung von 100 S-Mount Objektiven

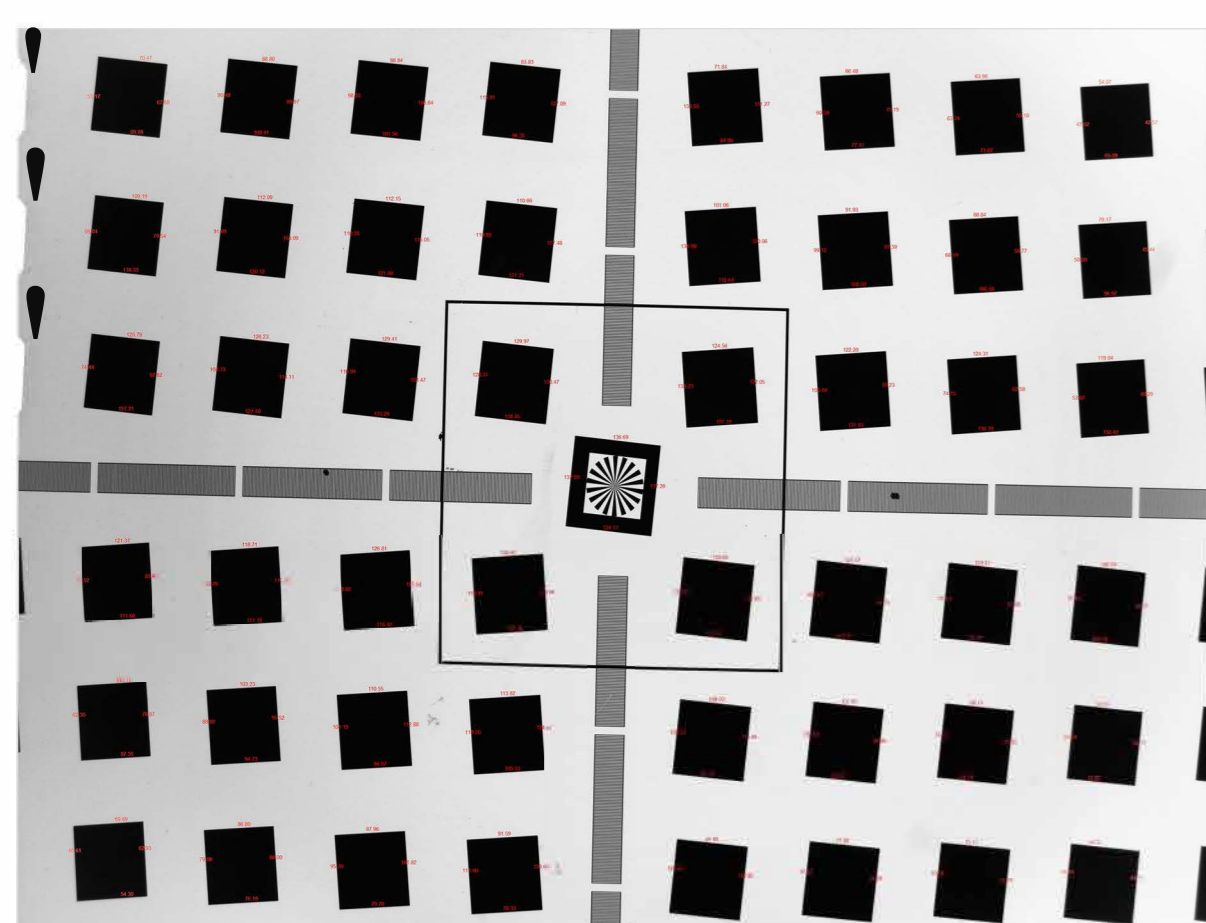


Abbildung 2: Aufnahme der Slanted Edge Vorlage

ISO12233:

Die ISO 12233 definiert die Messung der Modulationstransferfunktion (MTF) anhand des Kantenübergangs einer geneigten Kante im Bild. Die Neigung der Kante dient der subpixelgenauen Antastung des Kantenübergangs.

Anhand des Kantenverlaufs ergibt sich die Edge Spread Function (ESF), durch Ableitung der ESF erhält man die Line Spread Function (LSF).

Fouriertransformation ergibt diese dann die Modulations Transfer Funktion (MTF) für diesen Bildort.

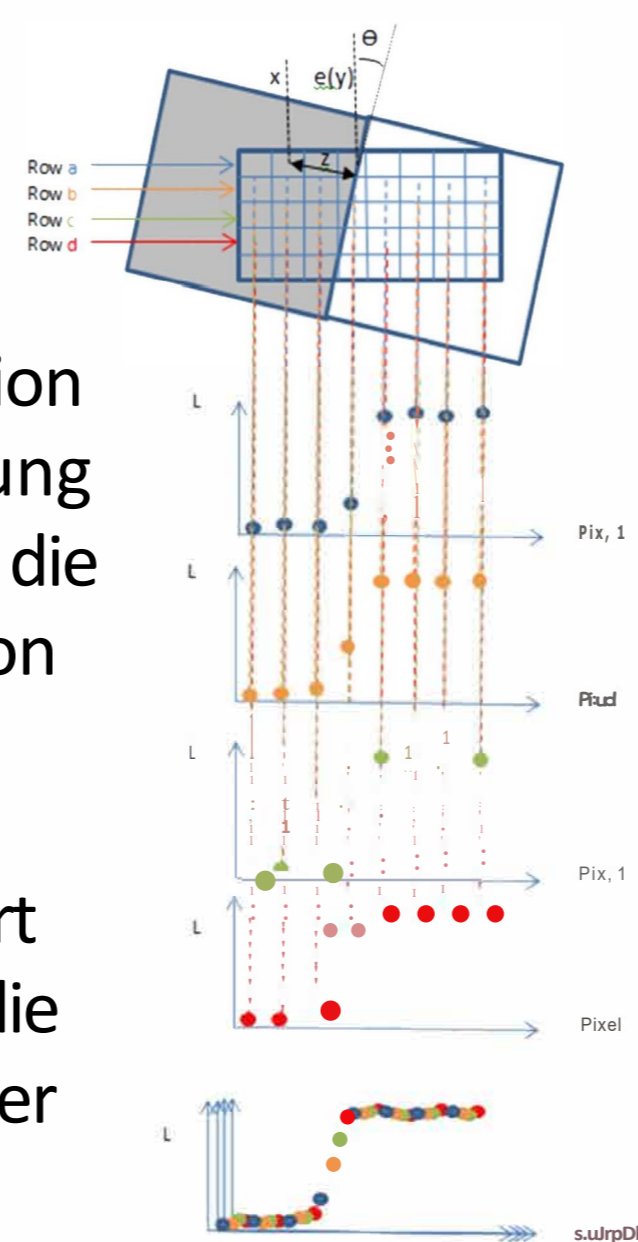


Abbildung 3:

Die Verkippung der Kante dient der Überauflösung des Kantenverlaufs[2]

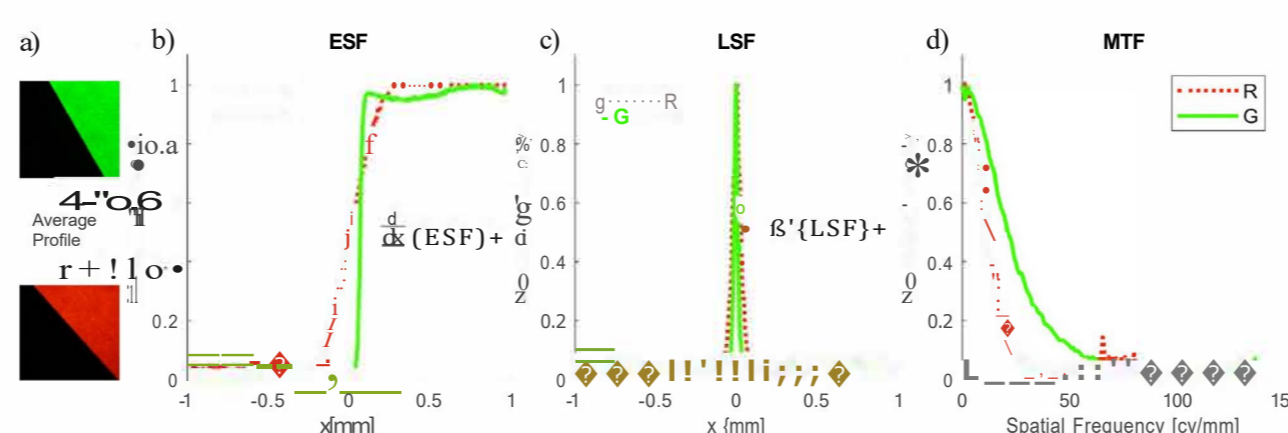


Abbildung 4: Berechnung der MTF nach ISO 12233[31]

Ausblick:

- >Effizientes Werkzeug zum 100% -Test von Objektiven
- >Messfehler an „krummen“ Kanten bei hoher Verzeichnung des Objektivs
- >Einschränkung des Messfelds bei großem Öffnungswinkel

Bewertung:

Die MTF-Kurve wird somit an jeder Kante im Bild ermittelt. So ergibt sich ein flächiges Gesamtergebnis über das gesamte Bildfeld.

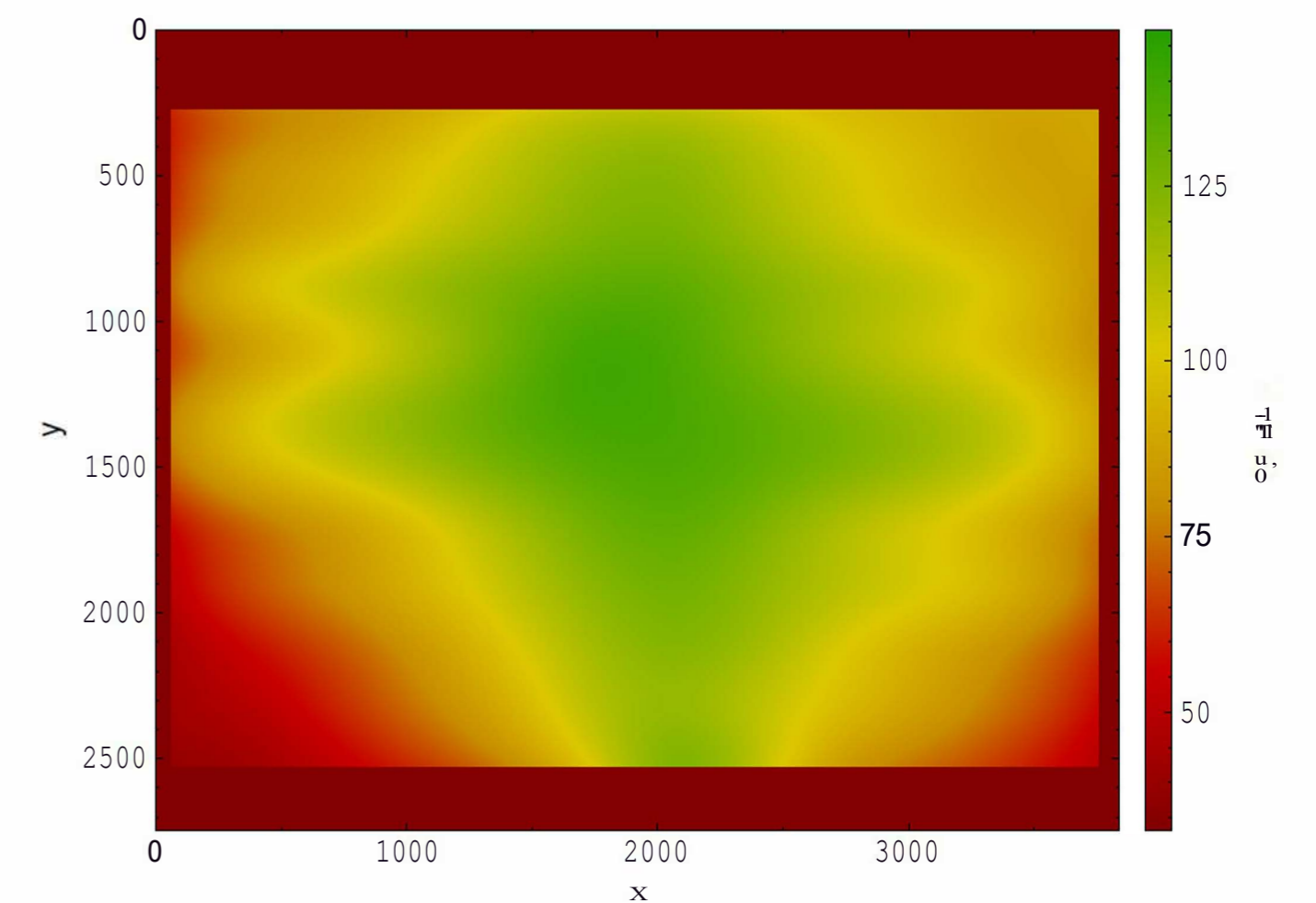


Abbildung 5: MTFSO-Verteilung über das Bildfeld

Abhängig von der Applikation kann die Anforderung an das Objektiv grundlegend verschieden sein. Während für manche Anwendungen eine möglichst homogene MTF-Verteilung zwingend notwendig ist, genügt für andere Anwendungen eine gute Performance in der Bildmitte.

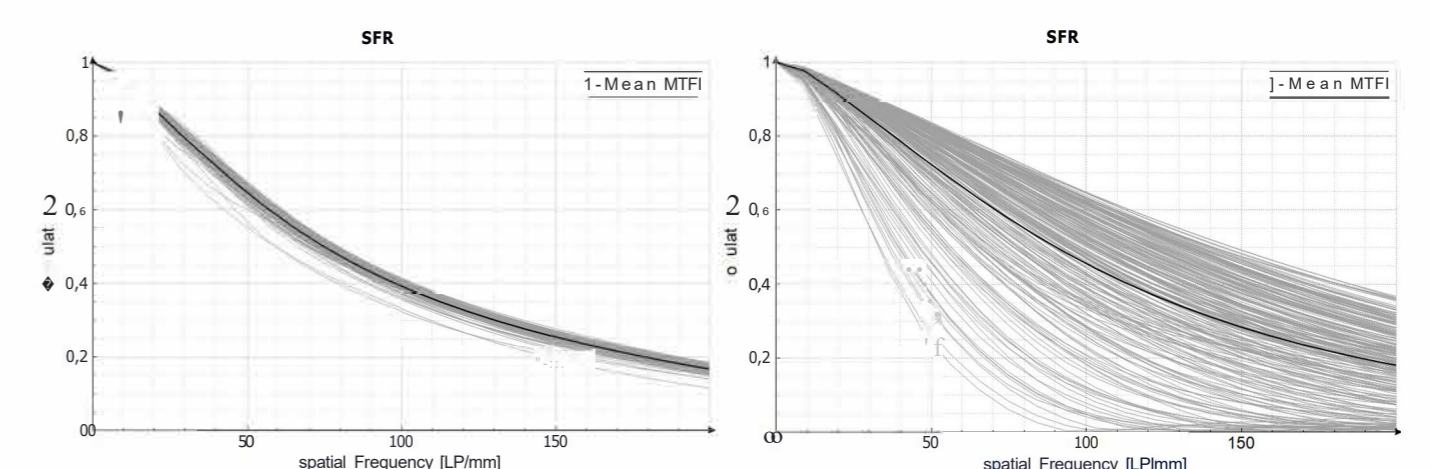


Abbildung 5: Homogene/Inhomogene MTF Verteilung

Durch vielseitige Filter, beispielsweise anhand von Schwellenwerten oder Bildorten, kann so eine effiziente Sortierung anhand der benötigten Anforderungen vorgenommen werden.

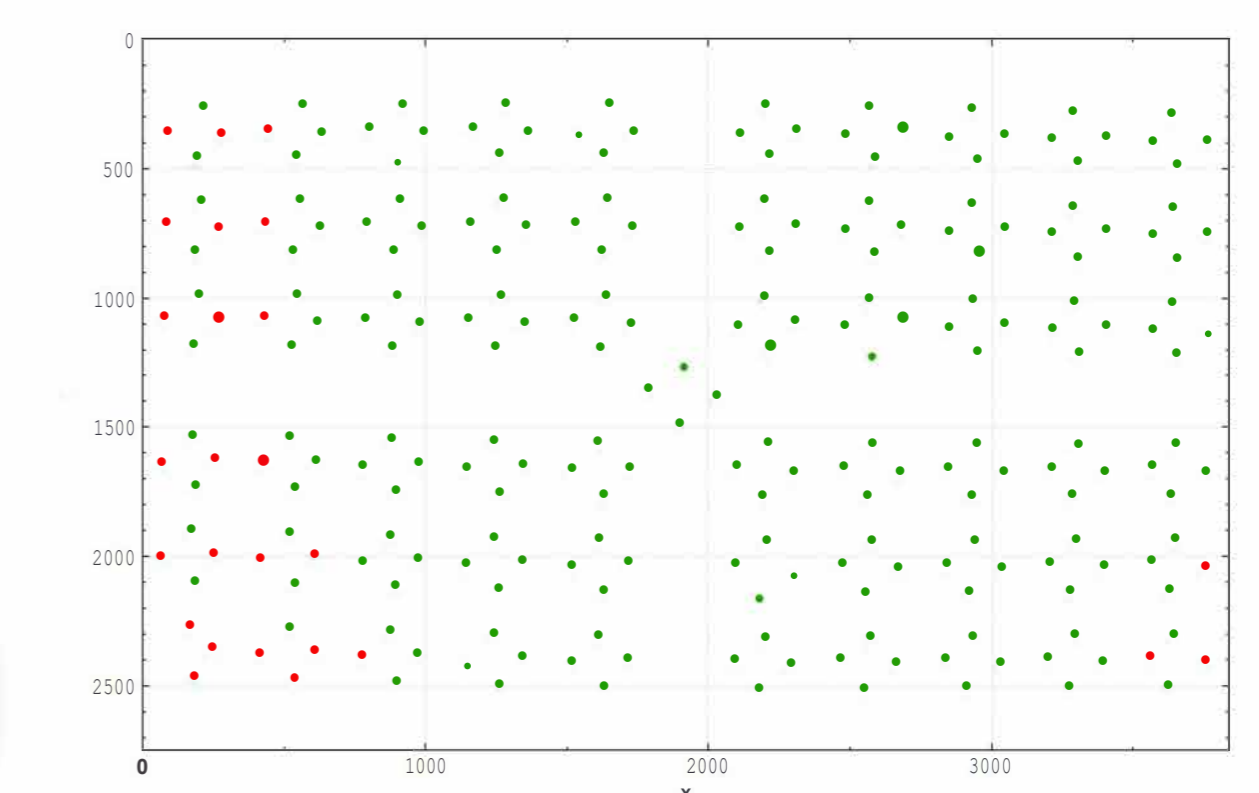


Abbildung 6: Bewertung einer Messung anhand eines Schwellenwerts

LENSATION
smart lenses. smart solutions.

Literaturstellen

[0] ISO 12233:2017 (<https://www.iso.org/standard/71696.html>)
Photography- Electronic still picture imaging - Resolution and spatial frequency responses

[1] The Circular-edge Spatial Frequency Response Test
Richard L. Baer; Agilent Laboratories, 3500 Deer Creek Road, Palo Alto, CA 94304-1317

[2] Comparison of MTF measurements using edge method: towards reference data set.
Fran oise Viallefont-Robinet, Dennis Helder, et al.
Optics Express, Optical Society of America - OSA Publishing, 2018, 26 (26), pp.33625-33648.

[3] Low-cost embedded system for optical imaging of intrinsic signals
E Guevarra; M Miranda-Morales, K Hernandez-Vidales, M Atzoric, and FJ. Gonzalez
Universidad Autonoma de San Luis Potosi, Mexico *e-mail: edgar.guevara@uaslp.mx

[4] How good is your lens? Assessing performance with MTF full-field displays
BRANDON DUBE, IZ* ROGER CICALA, 1 AARON CLOSZ, 1 AND JAN NICK P. ROLLAND21 Olaf Optical Testing LLC, Suite 106, 7730 Trinity Road, Cordova, Tennessee 38018, USA
2The Institute of Optics, University of Rochester, 275 HutchinSon Road, Rochester, New York 14627, USA