

# Optische Prüfmethode

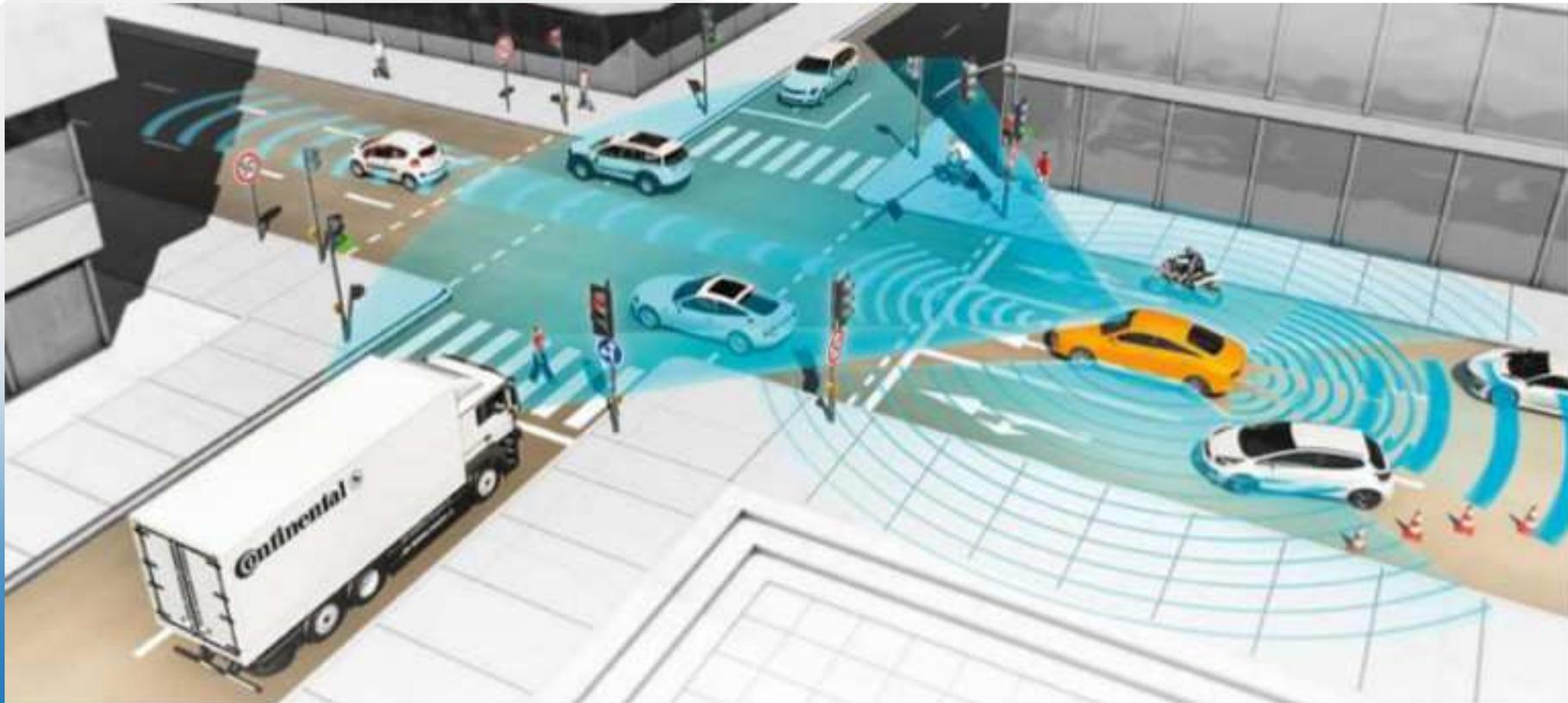
Für hochauflösende Kameramodule in Automobilanwendungen



Daniel Winters

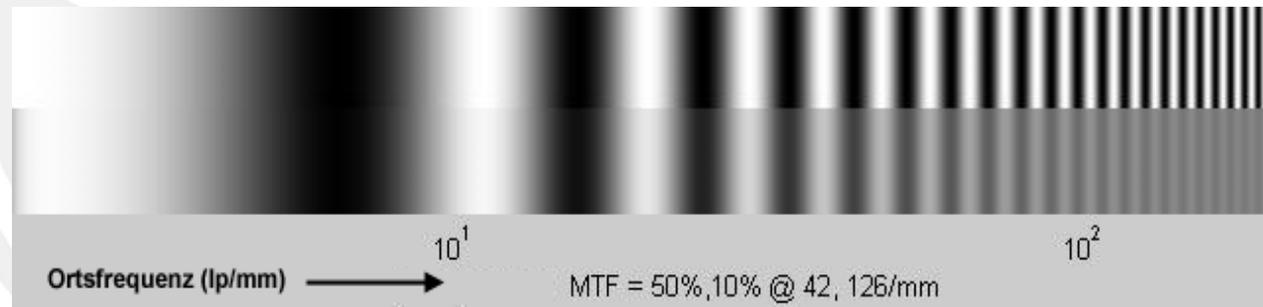
4.11.2014

Quelle: Continental



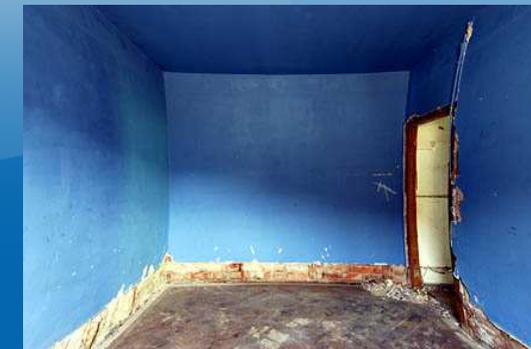
Quelle: Continental

## Kameratests



Typische Messparameter sind

- **Bildschärfe / Kontrast**
- **Verzeichnung**
- **Helligkeitsverlauf**
- Farbwiedergabe
- Dynamikbereich
- **Defekte Pixel**
- Autofocus
- Bildstabilisation
- etc.



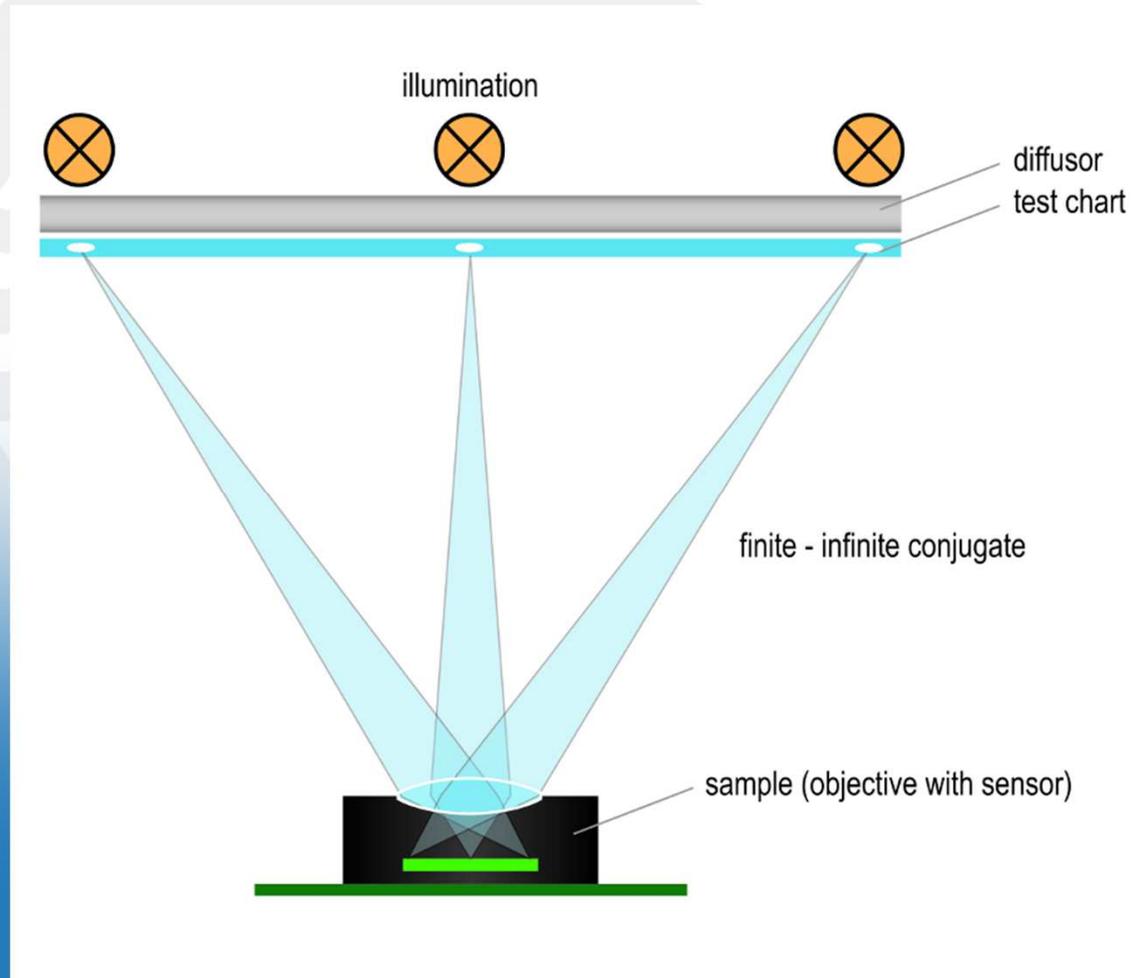
## Besonderheiten von Automobilkameras

- Auflösungen im 1-2 MPixel-Bereich
- Hoher Dynamikbereich (HDR)
- Häufig Weitwinkelobjektive mit starker Verzeichnung
- Müssen unter „erschwert“ Umwelt-Bedingungen funktionieren
- Oft stand-alone Vision-Systeme



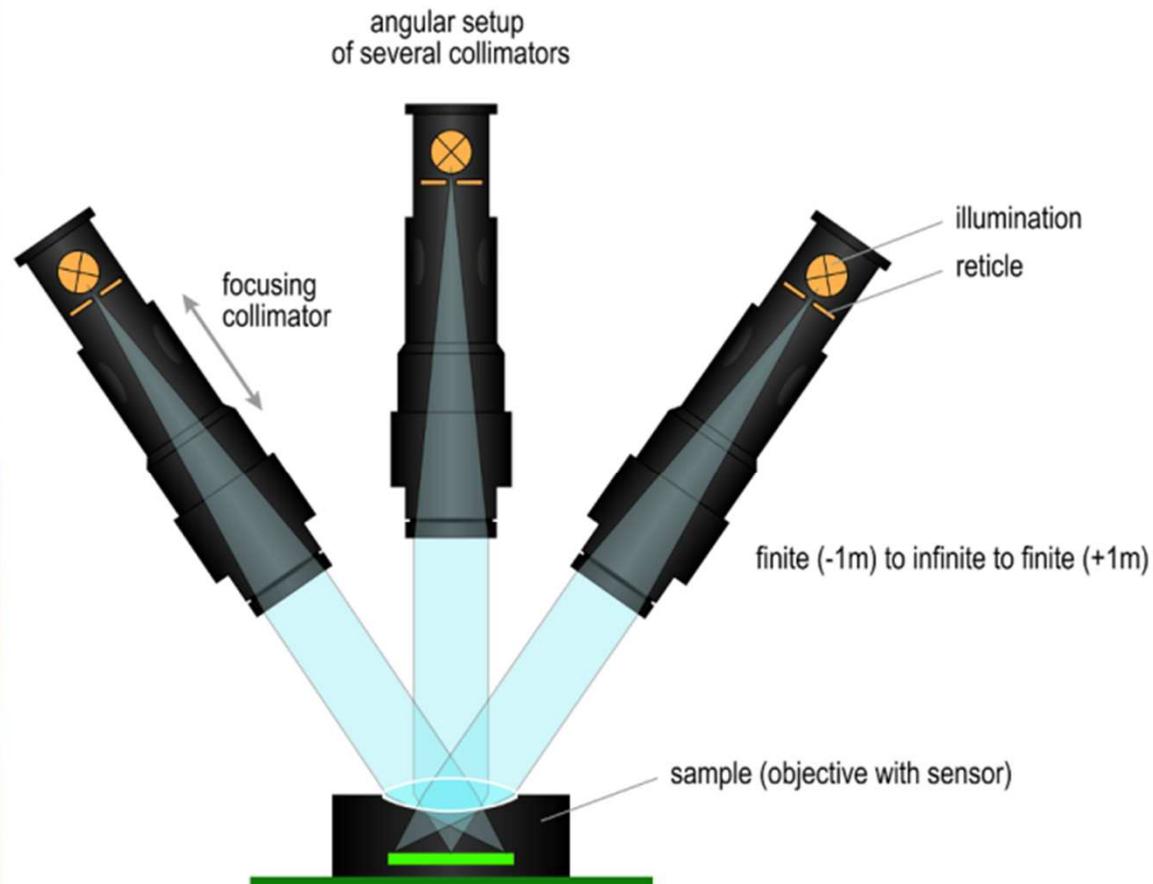
Quelle: Aptina

## Konventioneller Testaufbau: Chart



- Einfacher Aufbau
- Viele verschiedene Charts möglich
- Hohe Messpunktdichte
- Endliche Objektentfernung
- Große Messaufbauten notwendig

## Alternative: Kollimatoraufbau



- Projektion aus dem Unendlichen
- Kompakt
- Weitwinkel bis 170° möglich
- Verschiedene Objektentfernungen wählbar
- Kleinere Anzahl an Messpunkten als bei Chart
- Komplexerer Aufbau

## Labortests

Anforderung:

- Flexibilität
- Genauigkeit
- Nicht zeitkritisch

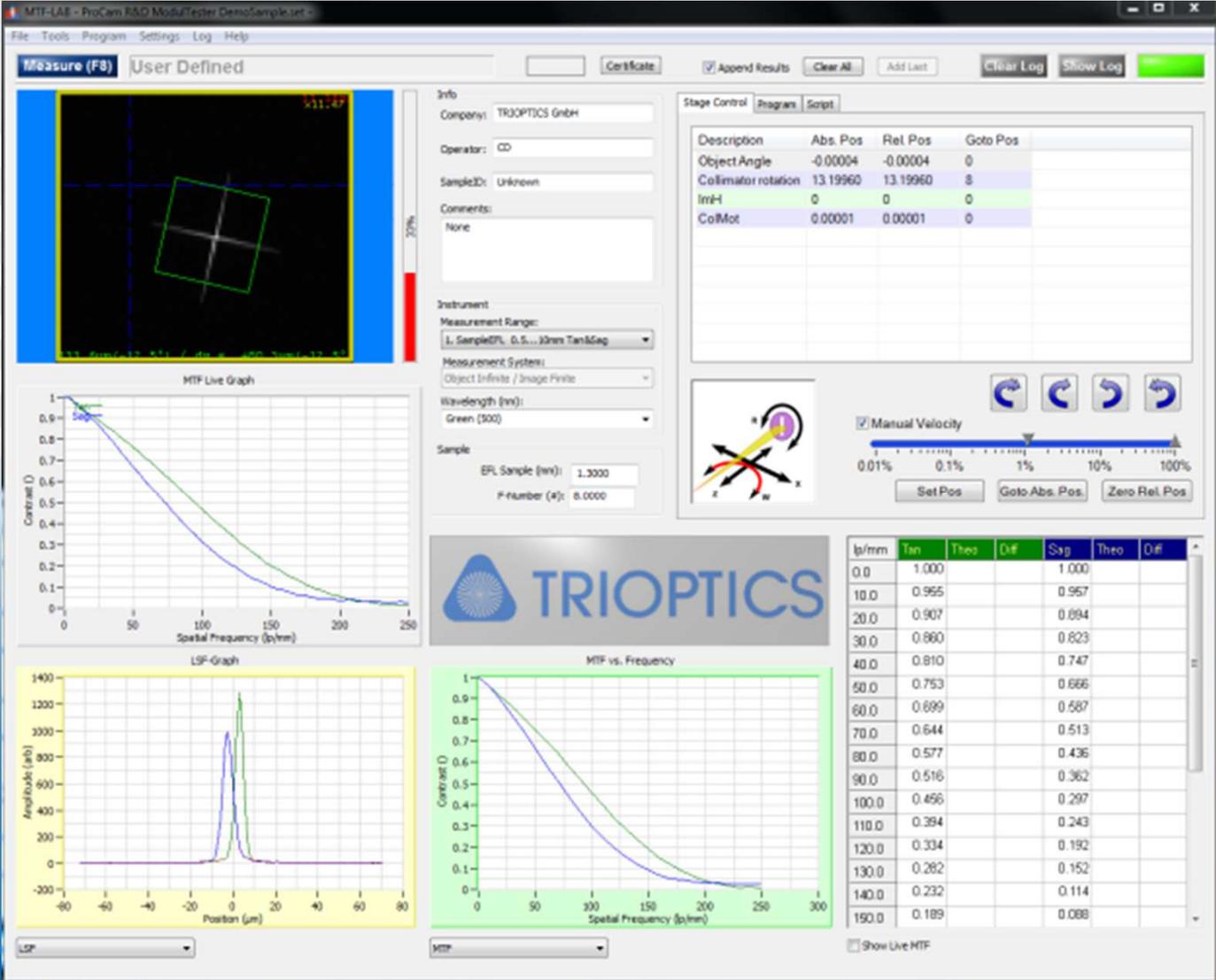
Vielzahl von chartbasierten Methoden

Alternativbeispiel ProCam<sup>®</sup> R&D:

- Bildschärfe (MTF)
- Kameraausrichtung
- Field of view (bis 180°)
- Fokussierung
- Sensorausrichtung (Verkippung, Drehung)



# Labortests: Software



The screenshot displays the MTF-LAB software interface, which is used for measuring the Modulation Transfer Function (MTF) of optical systems. The interface is divided into several sections:

- Top Panel:** Includes a menu bar (File, Tools, Program, Settings, Log, Help), a "Measure (F8)" button, and a "User Defined" section with buttons for "Certificate", "Append Results", "Clear All", "Add List", "Clear Log", and "Show Log".
- Left Panel:** Contains a live video feed of the sample being measured, overlaid with a green square and a white crosshair. Below it is the "MTF Live Graph" showing Contrast (D) vs. Spatial Frequency (lp/mm).
- Right Panel:** Features a "Stage Control" section with a table of coordinates and a "Manual Velocity" slider. The table is as follows:
 

Description	Abs. Pos	Rel. Pos	Goto Pos
Object Angle	-0.00004	-0.00004	0
Collimator rotation	13.19960	13.19960	8
ImH	0	0	0
CoMot	0.00001	0.00001	0
- Bottom Left:** Shows the "LSP-Graph" (Line Spread Function) with Amplitude (dB) vs. Position (µm).
- Bottom Center:** Displays the "MTF vs. Frequency" graph with Contrast (D) vs. Spatial Frequency (lp/mm).
- Bottom Right:** Contains a table of MTF values for different spatial frequencies and a "Show Live MTF" checkbox.
 

lp/mm	Tan	Theo	Diff	Sag	Theo	Diff
0.0	1.000			1.000		
10.0	0.965			0.967		
20.0	0.907			0.894		
30.0	0.860			0.823		
40.0	0.810			0.747		
50.0	0.753			0.666		
60.0	0.699			0.587		
70.0	0.644			0.513		
80.0	0.577			0.436		
90.0	0.516			0.362		
100.0	0.456			0.297		
110.0	0.394			0.243		
120.0	0.334			0.192		
130.0	0.282			0.152		
140.0	0.232			0.114		
150.0	0.189			0.088		

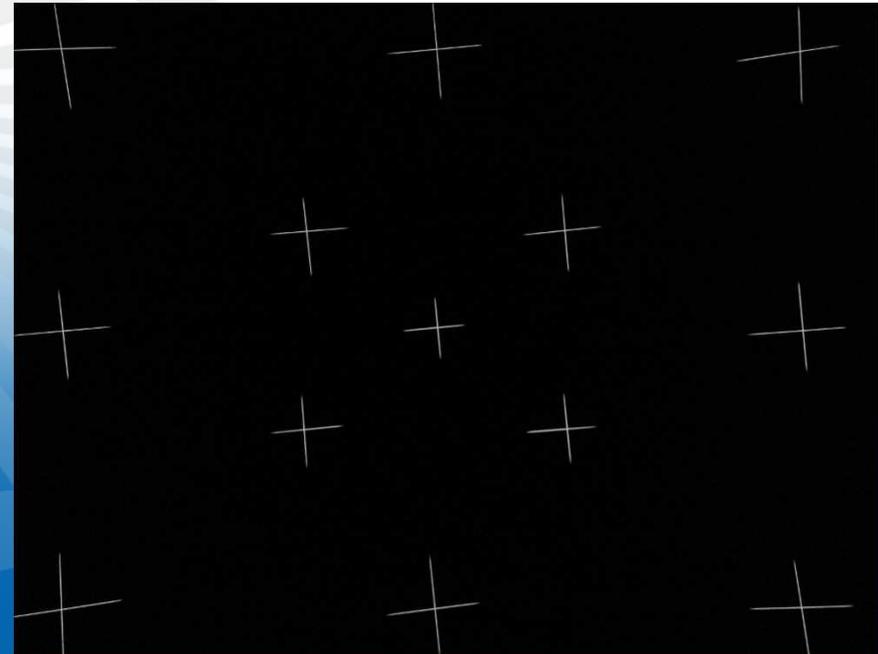
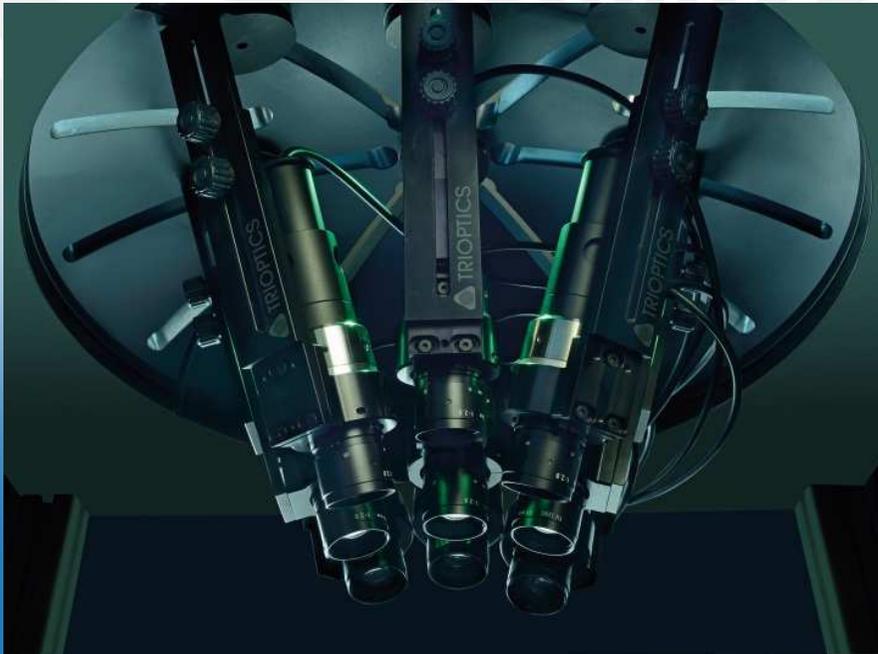
## End-Of-Line Tests in der Massenproduktion

- Kurze Taktzeiten
- Verringerte Anzahl von Messparametern
- Modulares Messkonzept mit austauschbaren Messeinheiten für verschiedene Parameter
- Integration in Fertigungslinie

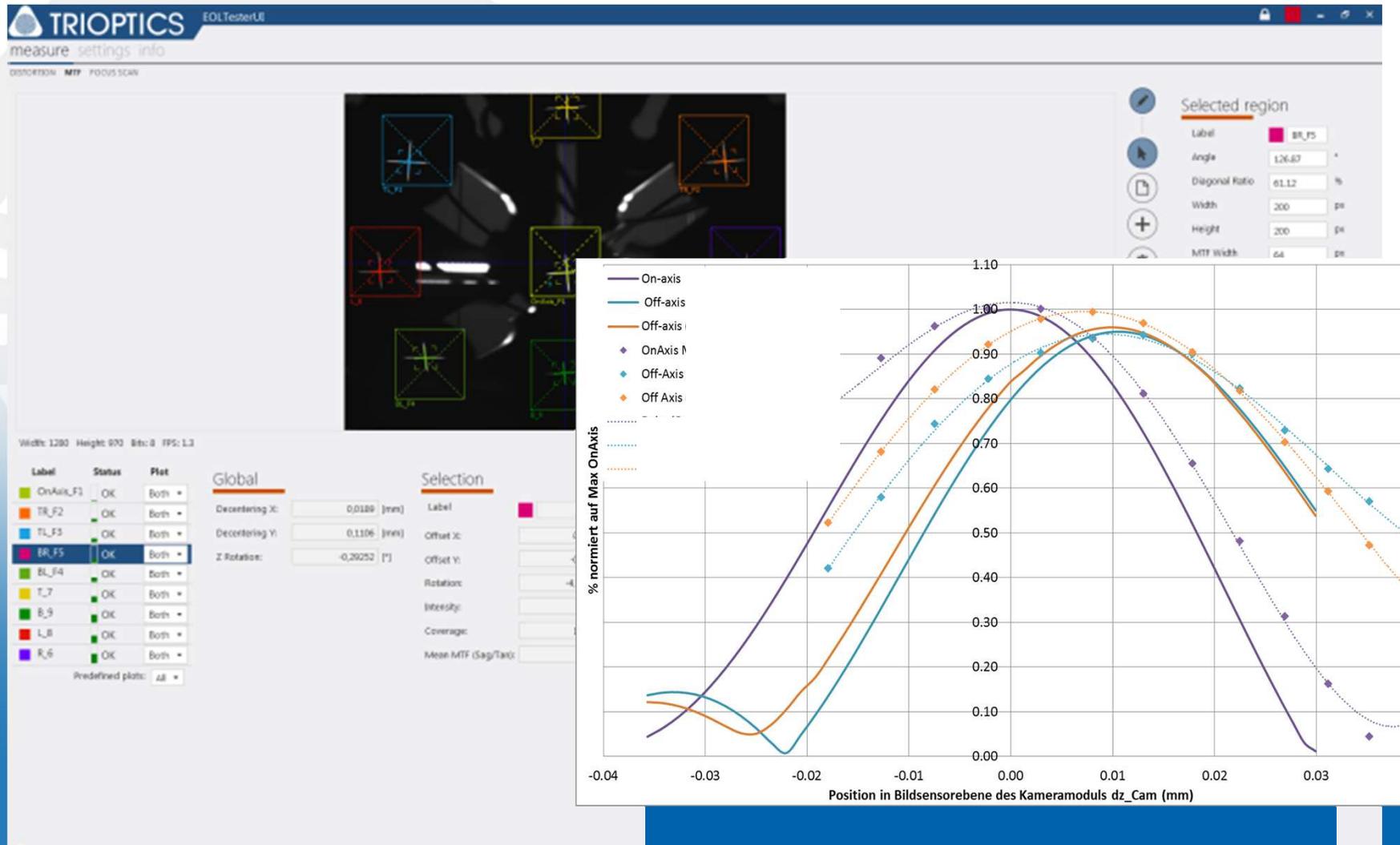


## Beispiel: Bildschärfe (MTF)

- Test aus verschiedenen Raumrichtungen mit Blickwinkel bis zu  $170^\circ$
- Messung von: Bildschärfe, FOV, Sensorausrichtung (Translation, Kippung, Fokussierung)

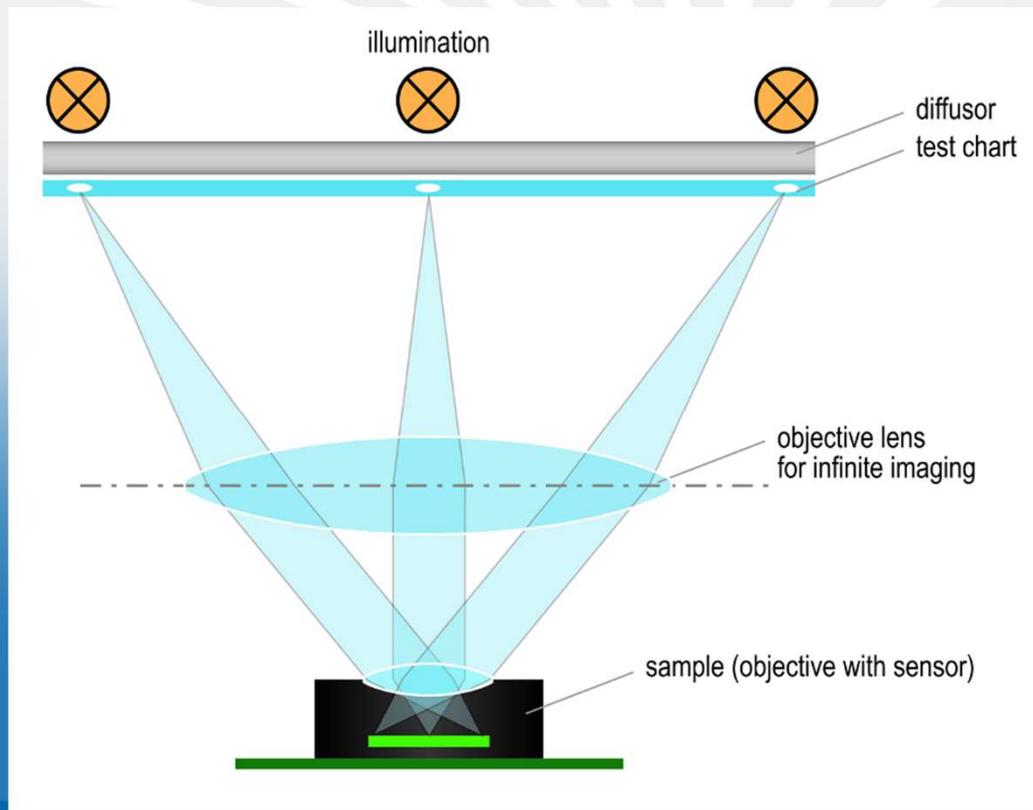


# Bildschärfe / Kontrast



## Beispiel: Verzeichnungs-Kalibrierung

Wichtig für Frontkameras,  
Surround-View-Kameras



# Beispiel: Verzeichnungs-Kalibrierung

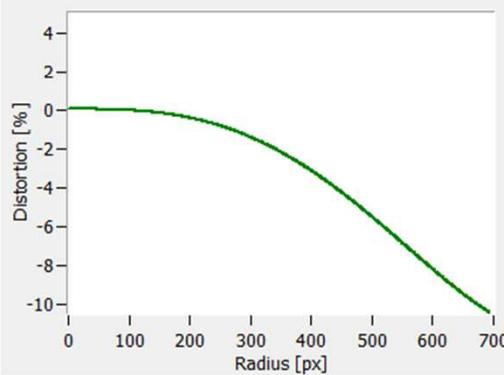
ImageMetrics
File Programs Tools Help

Stop [ESC]
Distortion



<b>Symbols:</b>	358 (of 25 x 19 = 475)
<b>TV-Distortion (SMIA):</b>	-4.842
<b>TV-Distortion (EBU):</b>	-11.511
<b>Seidel coefficients:</b>	3rd -0.199, 5th 0.079
<b>Selection:</b>	20,3
<b>Distance to nominal:</b>	65.04px
<b>Distortion:</b>	-9.72%

Radial Distortion



Radius [px]	Distortion [%]
0	0.0
100	-0.2
200	-0.8
300	-2.2
400	-4.8
500	-8.2
600	-11.5
700	-15.0

## Zusammenfassung

- Zahl der verbauten Automotive-Kameras nimmt stetig zu (typisch 5-6 Kameras in einem Oberklasse-Fahrzeug)
- Oft sicherheitskritische Anwendung, 100%-Tests und Kalibrierung sind notwendig
- Wechsel von Kleinserien zu Massenproduktion
- Testsysteme für Labortests: Flexibilität
- Testsysteme für die Qualitätskontrolle und die Kalibrierung in der Massenproduktion

Besuchen Sie uns gerne auf der Vision am Stand 1i83!