

ImageMaster® Universal

Horizontale MTF-Messung im
Spektralbereich UV-VIS-IR





Optik ist unsere Leidenschaft

TRIOPTICS entwickelt und produziert weltweit das umfangreichste Spektrum optischer Mess- und Fertigungstechnik für die Entwicklung, die Qualitätskontrolle und die Produktion von Linsen, Objektiven und Kameramodulen.



ImageMaster® Universal

MTF-Messung im gesamten Spektralbereich UV-VIS-IR

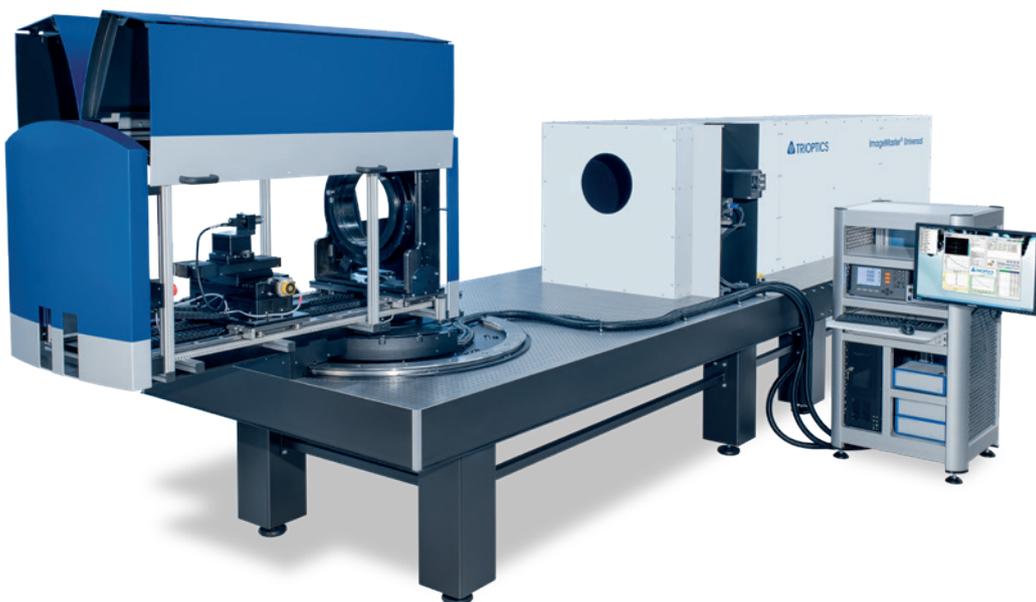
Die ImageMaster® Serie von TRIOPTICS wurde speziell für die Messung der MTF (Modulation Transfer Function, Kontrastübertragungsfunktion) entwickelt und ermöglicht die präzise Bestimmung der Abbildungsqualität von Linsen und optischen Systemen. Zu diesem Zweck werden zusätzlich zur MTF als der allgemein anerkannten Methode zur Bestimmung der Abbildungsqualität eines Objektivs, eine Vielzahl weiterer optischer Parameter gemessen.

Durch den Einsatz von Spiegelkollimatoren ermöglicht der ImageMaster® Universal hochgenaue MTF-Messungen im gesamten Spektralbereich UV-VIS-NIR-SWIR-MWIR-LWIR. Im Gegensatz zu Kollimatoren mit Linsen wird im Spiegelkollimator das Licht reflektiert. Dadurch arbeitet er unabhängig vom Brechungsindex

einer Linse und damit wellenlängenunabhängig. Dank seines horizontalen Aufbaus können große Objektive sowohl im Hinblick auf die Brennweite als auch auf die freie Apertur geprüft werden.

Ein wesentlicher Vorteil des ImageMaster® Universal liegt in der durchgängigen und stabilen Abdeckung messrelevanter Komponenten. So werden Spiegelkollimatoren, Detektoren und Prüflinge effektiv von Umgebungseinflüssen abgeschirmt. In Verbindung mit äußerst stabilen Präzisionsprüflingshaltern werden hochpräzise Ergebnisse in der MTF-Messung erzielt.

Vertrauen Sie auf TRIOPTICS - dem Marktführer für MTF Messgeräte und nehmen Sie uns beim Wort, denn unsere Messergebnisse sind rückführbar auf internationale Standards.



ImageMaster® Universal

Anwendungen

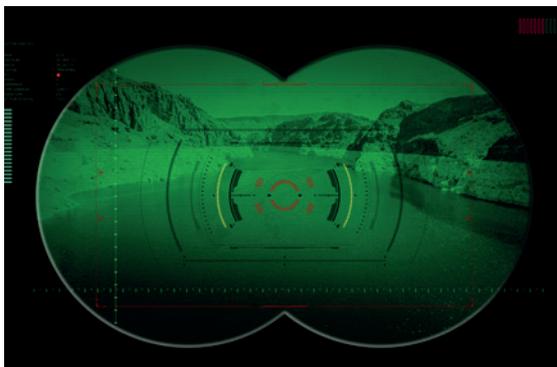
Praktisch alle existierenden Linsensysteme – von einfachen Einlinsensystemen bis hin zu komplexen hochauflösenden Teleskopen mit mehreren Linsen – können mit dem ImageMaster® Universal präzise gemessen werden.



Kameraobjektive (z. B. für Foto/Cine/TV)



**Luftbildobjektive und Objektive für
Weltraumanwendungen**



**Nachtsicht / Verteidigung und
Sicherheit**



Teleskope

Typische Prüflinge für den ImageMaster® Universal

ImageMaster® Universal

Vorteile auf einem Blick

- **Rückführbarkeit**
MTF-Werte sind rückführbar auf internationale Standards gemäß DIN ISO15529
- **Breiter Spektralbereich**
Messung der MTF (on-axis und off-axis) im Spektralbereich UV-VIS-NIR-SWIR-MWIR-LWIR, schneller Wechsel des Spektralbereichs möglich, z. B. von VIS zu IR
- **Flexible Messkonfiguration**
Die Messkonfiguration ist leicht an den Prüfling anpassbar (z. B. Wechsel von endlichen zu unendlichen Objektabständen).
Mögliche Messpositionen sind: Finit -> finit, infinit -> finit und afokal
- **Stabilität und Präzision**
Horizontaler Aufbau sorgt für erhöhte Stabilität, z. B. beim Einsatz schwerer Prüflinge und hohe Stabilität der Prüflingshalter. Die Abdeckung messrelevanter Komponenten reduziert Einflüsse durch Umgebungslicht und Luftturbulenzen
- **Universell einsetzbar in Produktion und Entwicklung**
 - Hohe Messgeschwindigkeit in der Produktion durch Einsatz kamerabasierter Detektoren in den Wellenlängenbereichen VIS, NIR, MWIR und LWIR
 - Wirtschaftlichkeit und Zeitersparnis für Institute sowie Forschung und Entwicklung durch modulare, leicht nachrüstbare und universell flexible Anwendung von Scanning-Detektoren mit kompletter Abdeckung vom UV- über VIS- bis zum LWIR-Spektralbereich



ImageMaster® Universal 3D

Kundenspezifische Lösungen

Wir bieten eine Vielzahl an kundenspezifischen Sonderlösungen. Auch hier spielen die Faktoren Rückführbarkeit, Flexibilität und Vielseitigkeit sowie Stabilität und Präzision eine wesentliche Rolle.

Ein Beispiel dafür ist der ImageMaster® Universal 3D für spezielle Prüflinge, die aufgrund ihrer Größe und Abmessungen nicht gedreht werden dürfen. Hier wird die MTF im vollständigen Sichtbereich gemessen, ohne

dass der Prüfling dabei rotiert. Der Prüfling verbleibt in einer festen horizontalen Position, während der automatisierte Objektgenerator und der Detektor den kompletten Prüfling bzw. die Bildebene scannen. Die mit dem ImageMaster® Universal 3D gemessenen MTF-Werte sind rückführbar auf internationale Standards. Bitte kontaktieren Sie uns für weitere Informationen zu unseren kundenspezifischen Sonderlösungen.

- **Rückführbarkeit**

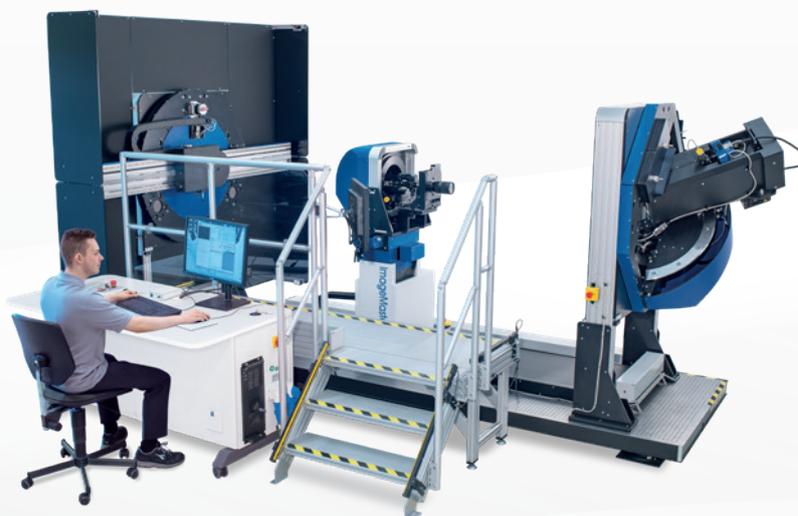
MTF-Werte auf der Grundlage von internationalen Standards

- **Flexibilität und Vielseitigkeit**

- Keine Rotation des Prüflings: Optimal für Prüflinge, die nur in einer Orientierung einsetzbar sind (z. B. TV-Kamera-Objektive)
- Der Kollimator ist um zwei Achsen drehbar
- Messung im vollständigen Sichtfeld für unendliche und endliche Messsituationen
- Messung der Modulationsübertragungsfunktion (MTF) außeraxial und axial
- Motorisierte Führung für Messungen mit Prüflingen mit großen Objektabständen

- **Stabilität und Präzision**

- Vollautomatischer, ultrapräziser, multifunktionaler MTF-Prüfstand
- Qualitativ hochwertiger Bildanalysator
- Optimaler Systemaufbau verhindert Helligkeitsrandabfall



ImageMaster® Universal

Messparameter

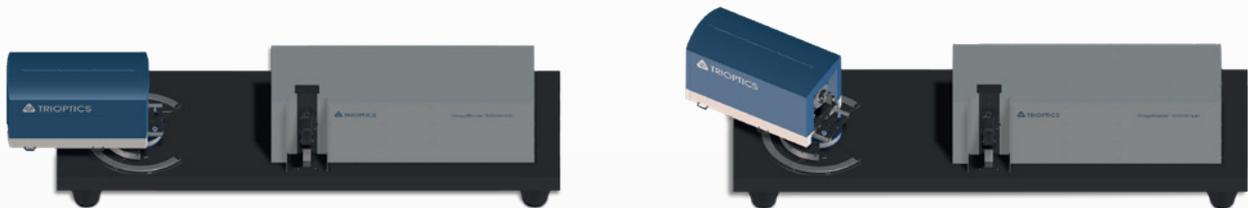
Mit der MTF-Prüfstation ImageMaster® Universal lassen sich Linsen und Objektive in allen Spektralbereichen von UV bis LWIR messen. Darüber hinaus bieten wir auf

Anfrage kundenspezifische Sonderlösungen. Eine Vielzahl an Parametern zur Prüfung der optischen Leistung steht zur Verfügung:

- MTF auf der Achse und außeraxial
- Brennweite (EFL)
- Verzeichnung
- Bildfeldwölbung
- Laterale und longitudinale chromatische Aberrationen
- Astigmatismus
- Hauptstrahlwinkel
- PSF (Punktbildfunktion), Encircled/Ensquared Energy
- Schärfentiefe
- Sichtfeld
- Schnittweite (BFL), absolut/relativ
- Relative und absolute Transmission
- Relative Beleuchtungsstärke

Alle MTF-Messungen können mit dem ImageMaster® Universal in finiter, infiniter und afokaler Messposition ausgeführt werden.

Die MTF-Messung sowohl axial als auch außeraxial erfolgen.

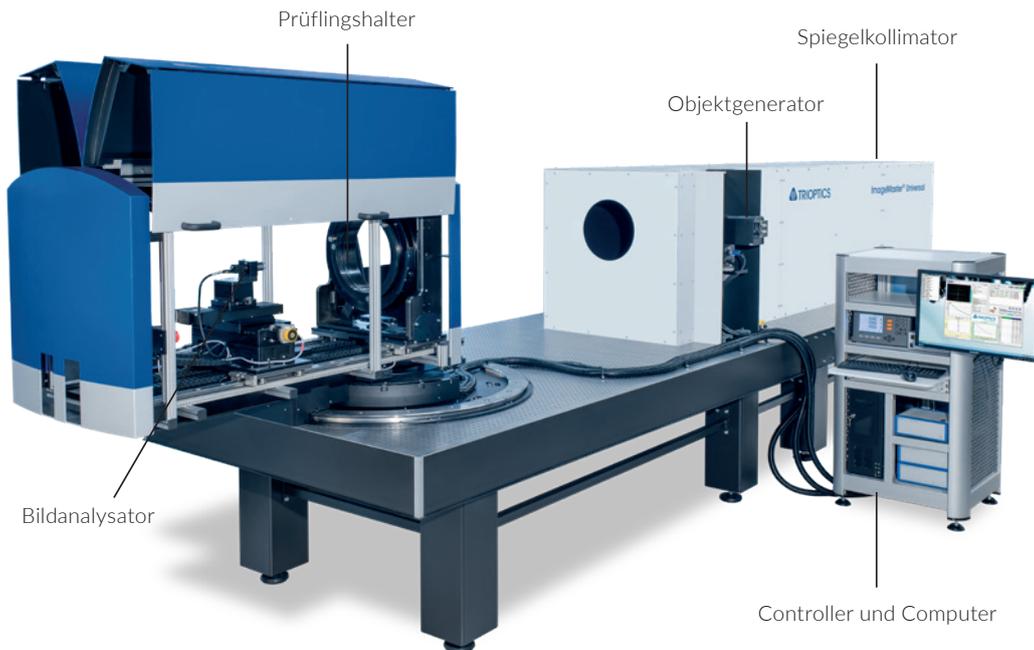


Messung on-axis und off-axis mit dem ImageMaster® Universal

ImageMaster® Universal

Konfiguration

Die folgende Konfigurationsübersicht zeigt die Hauptbaugruppen des ImageMaster® Universal:



Der ImageMaster® besteht aus den Hauptkomponenten Spiegelkollimator, Objektgenerator, Prüflingshalter, Bildanalysator, Controller und Computer.

Der Prüfling wird in einer selbstzentrierenden Fassung am Prüflingshalter befestigt und exakt positioniert. Basiselement der stabilen Halterung ist ein ultragenaueres, hochbelastbares Drehlager. Feinabstimmungen in x- und y-Richtung ermöglichen eine genaue Zentrierung des Prüflings auf der optischen Achse. Der Objektgenerator enthält eine Lichtquelle für den erweiterten sichtbaren Bereich, die leicht gegen eine Infrarot- oder UV-Lichtquelle ausgetauscht werden kann. Als Objekt wird eine beleuchtete Strichplatte verwendet. Optional wird der Objektgenerator auf eine Linearführung (Finite stage) montiert, um

Objekte in endlicher Entfernung zu positionieren.

Die Objekte werden von einem präzise ausgerichteten Spiegelkollimator auf Unendlich abgebildet. Für höchste Präzision ist der Kollimator durch ein stabiles Gehäuse abgedeckt.

Für Messungen im sichtbaren Spektralbereich wird der Bildanalysator mit einer CCD-Kamera ausgestattet. Die Optik der Kamera fokussiert in die Bildebene des zu prüfenden Objektivs und vergrößert das Bild auf den Kamerasensor. Alternativ stehen kamerabasierte und scannerbasierte Detektoren zur Abdeckung des Spektrums von UV bis IR zur Verfügung.

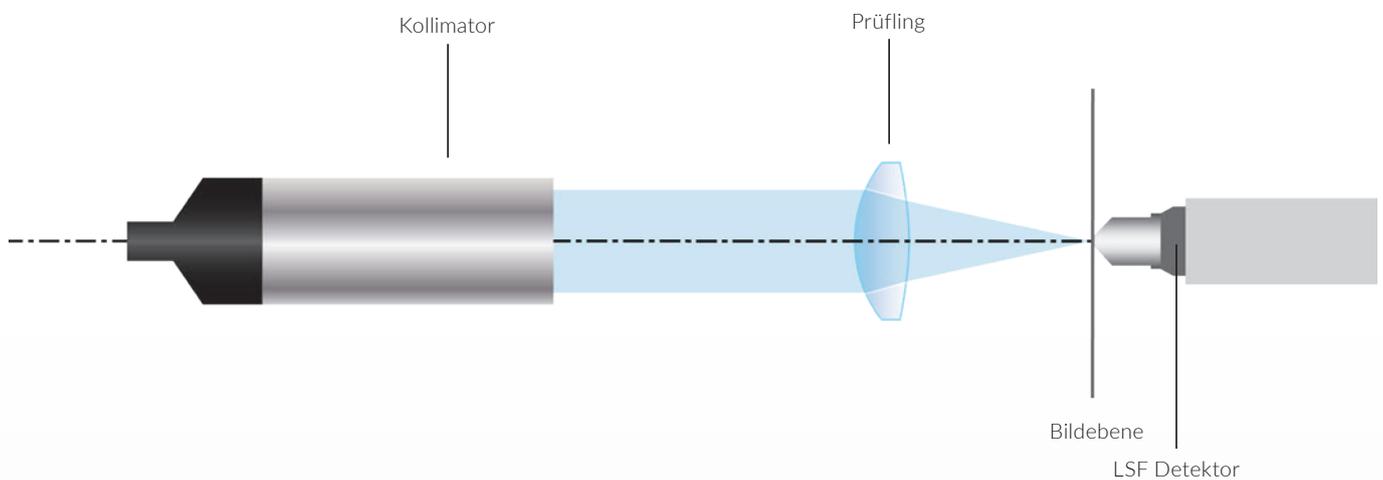
Die erfassten Daten werden durch die Software MTF Lab analysiert.

ImageMaster® Universal

Messkonfigurationen

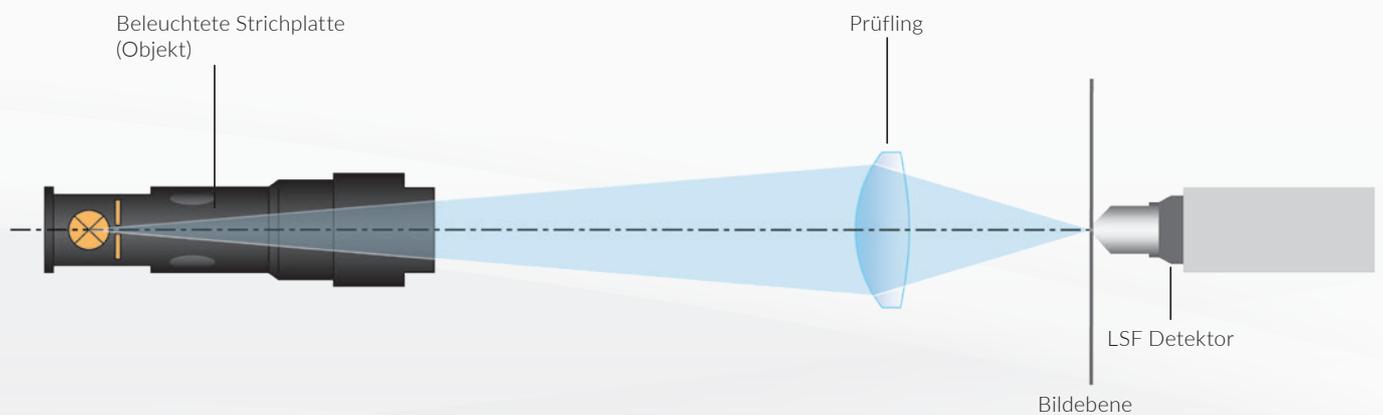
Die Prüfung optischer Systeme ist in folgenden Konfigurationen möglich:

a) Objekt im Unendlichen unter Verwendung des Kollimators auf dem Schwenkarm
Bei der Prüfkonfiguration „infini - finit“ projiziert der Kollimator auf dem Schwenkarm das Objekt nach unendlich und beleuchtet dabei die Eintrittspupille des Prüflings. Der Prüfling bildet das Objekt in die Fokalebene ab und wird mittels eines CCD-Sensors erfasst.



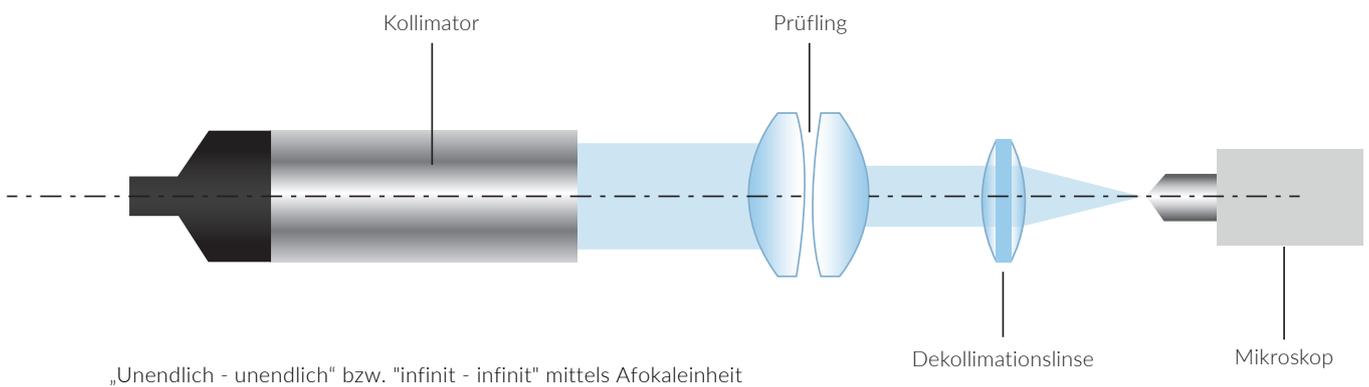
„Unendlich - endlich“ bzw. „infini - finit“

b) Objekt und Bild in endlicher Entfernung unter Verwendung der Linearführung, Messung mit beleuchtetem Objekt bzw. Strichplatte



„Endlich - endlich“ bzw. „finit - finit“

c) Objekt und Bild in unendlicher Entfernung unter Verwendung der Afokaleinheit



Mit der automatisierten Afokaleinheit ist zudem die Messung afokaler Prüflinge wie z. B. Zielfernrohre oder Ferngläser in infinif – infinif Messkonfiguration möglich. Dafür simuliert der Kollimator ein entferntes Objekt und ein Detektor erfasst das vom Prüfling wiedergegebene Bild.

ImageMaster® Universal

Spiegelkollimatoren

Beim ImageMaster® Universal werden hochwertige beugungsbegrenzte Kollimatoren eingesetzt, die vollständig von einem stabilen, staubabschirmenden und innen mattschwarz beschichteten Gehäuse abgedeckt sind. So werden Wellenfrontverzerrungen

aufgrund von Luftturbulenzen und Umgebungslichteinflüssen vermieden und höchste Präzision bei der Messung der Abbildungsqualität erreicht.

Folgende Baugrößen für Spiegelkollimatoren stehen zur Verfügung:

Typ	Breite (mm)	Länge (mm)	Höhe (mm)	Freie Apertur (mm)	EFL (mm)
300-50	430	650	740	< 50	300 ±1%
600-100	770	910	740	< 100	600 ±1%
1500-150	800	2.200	850	< 150	1.500 ±1%
2000-150 2000-200	800	2.700	850	< 150 < 200	2.000 ±1%
2500-150 2500-200 2500-250	800	3.200	850	< 150 < 200 < 250	2.500 ±1%
3000-150 3000-200 3000-250 3000-300	800	3.700	850	< 150 < 200 < 250 < 300	3.000 ±1%

Weitere Baugrößen bis zu 5000-500 sind auf Anfrage erhältlich

ImageMaster® Universal

Upgrades & Zubehör

Das umfangreiche Zubehör und die verschiedenen Upgrades ermöglichen die individuelle Konfiguration des ImageMaster® Universal und kann auch nachträglich an veränderte Anforderungen angepasst werden.

Der Austausch der unterschiedlichen Module wie z. B. beim Wechsel von VIS zu IR ist dabei schnell und einfach durch den Bediener durchführbar.

Lichtquellen

Für den ImageMaster® Universal stehen Lichtquellen für verschiedene Wellenlängen zur Verfügung. Dank einer kinematischen

Aufnahme können die Lichtquellen leicht gewechselt werden, ohne dass eine erneute Justage erforderlich ist.



UV



VIS/NIR/SWIR



MWIR/LWIR

Objektgenerator

Mit hochpräzisen optischen Filtern lässt sich der Wellenlängenbereich eingrenzen. Der Wechsel zwischen verschiedenen Wellenlängenbereichen wird durch den Einsatz

verschiedener Filter ermöglicht. Mit dem motorisierten Strichplatten- und Filterwechsler können sie einfach und innerhalb kurzer Zeit gewechselt werden.



Strichplatten- und
Filterwechsler



Strichplatten

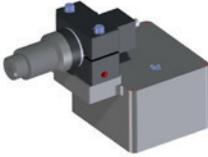


Filter

Bildanalysator

Verschiedene kamerabasierte oder scannerbasierte Detektoren sind als Bildanalysator für unterschiedliche Wellenlängenbereiche verfügbar. Durch die kinematische Aufnahme kann der Detektor schnell und einfach gewechselt

werden. Eine erneute Justage ist nicht erforderlich, so dass der Bediener die Umrüstung auf veränderte Messanforderungen innerhalb kürzester Zeit durchführen kann.

Detektor	UV	VIS/NIR	SWIR	MWIR	LWIR
Scannerbasiert					
Kamerabasiert					

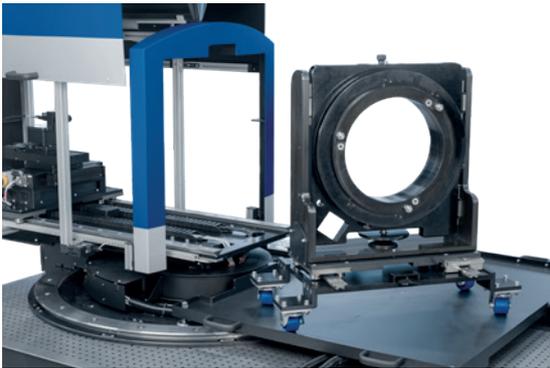
Bildanalysatoren/Detektoren für unterschiedliche Wellenlängenbereiche

Der Bildanalysator wird für Messungen im sichtbaren Spektralbereich mit einer CCD-Kamera ausgestattet. Alternativ kann dieser auch mit einem InSb- bzw. MCT-Detektor zur Abdeckung des Infrarotspektrums vom kurzwelligen (SWIR) zum langwelligen (LWIR) Bereich bestückt werden.

In den Bereichen UV und SWIR wird die scannerbasierte Spaltabtastmethode zur Datenerfassung angewendet. In den Bereichen VIS, MWIR und LWIR sind sowohl Spaltabtastmethode als auch Kamerasysteme zur Datenerfassung möglich.

Prüflingshalter

Von besonderer Bedeutung für präzise Messungen von großen und schweren Objektiven ist eine stabile Befestigung des Prüflings. Dazu dienen die Prüflingshalter, die für verschiedene Prüflingsdurchmesser verfügbar sind.



Prüflingshalter für große/schwere Prüflinge



Hubtisch für große Prüflinge

Eine Rampe erleichtert die Handhabung von großen und schweren Prüflingshaltern. Der Hubtisch wird für Prüflinge bis zu einem Durchmesser von 500 mm verwendet, die nicht in die Rotationsprüflingshalter passen.

Prüflingshalter	D150	D210	D300	Hubtisch
Freie Apertur (mm)	150 mm	200 mm	300 mm	500 mm
Prüflingsgewicht (kg)	40 kg	40 kg	40 kg	80 kg

Prüflingshalter für unterschiedlich große Prüflinge

Finite Stage

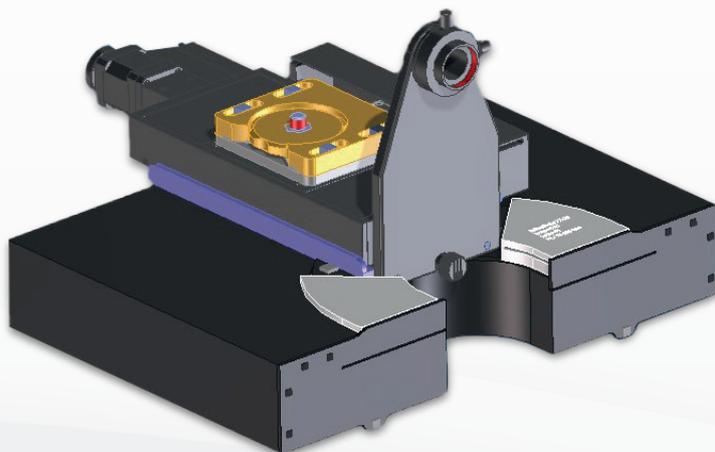
Für endlich konjugierte Messungen steht eine Finite Stage in den Längenausführungen zwei Meter und drei Meter zur Verfügung. Der Objektgenerator wird auf der Finite Stage befestigt, so dass durch Anpassung der Objektentfernung Messungen mit endlichem Objektstand durchgeführt werden können.



Finite Stage

Afokaleinheit

Die automatisierte hochpräzise Afokaleinheit ist für afokale Prüflinge wie z. B. Zielfernrohre oder Ferngläser verfügbar. Mit unterschiedlichen Dekollimatorlinsen kann die Messung in unterschiedlichen Wellenlängenbereichen erfolgen. Dekollimatorlinsen sind für VIS, MWIR und LWIR verfügbar.



Afokaleinheit

Upgrade für BFL/FFL Messung im VIS-Spektrum

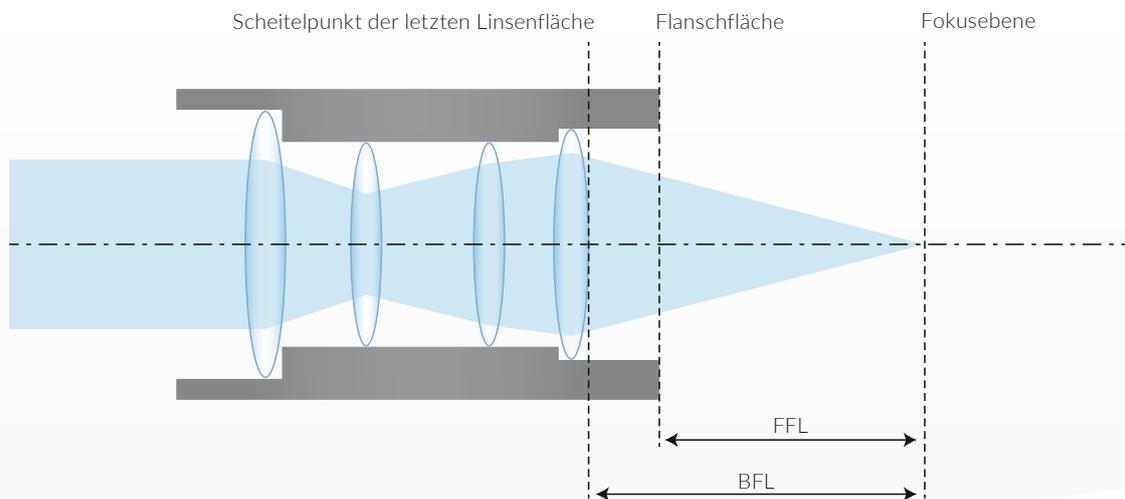
Das Upgrade ermöglicht eine BFL/FFL-Messung ohne Austausch mechanischer Komponenten. Es wird lediglich der Strahlteiler eines Autokollimators über einen Slider eingeschoben.

Für die Messung der BFL (Schnittweite) eines Prüflings wird der Abstand zwischen der letzten Linsenoberfläche und der Brennebene gemessen. Dafür kommt ein Autokollimator zum Einsatz, der in den Detektor für den VIS-Bereich integriert wird. Der Detektor wird zunächst über die automatische Fokusstange so positioniert, dass das Kreuz des Autokollimators scharf

durch das Mikroskopobjektiv auf der letzten Linsenfläche des Prüflings abgebildet wird.

Im zweiten Schritt wird der Detektor bei ausgeschalteter Lichtquelle in die Brennebene des Prüflings bewegt. Der Abstand dieser beiden Positionen ist die BFL.

Für die FFL Messung ist der Ablauf ähnlich. Anstelle des Prüflings wird eine reflektierende Planplatte auf dessen Halterung montiert. Der zweite Schritt erfolgt wie bei der BFL-Messung nachdem der Prüfling wieder eingesetzt wurde.



Upgrade für BFL/FFL Messung

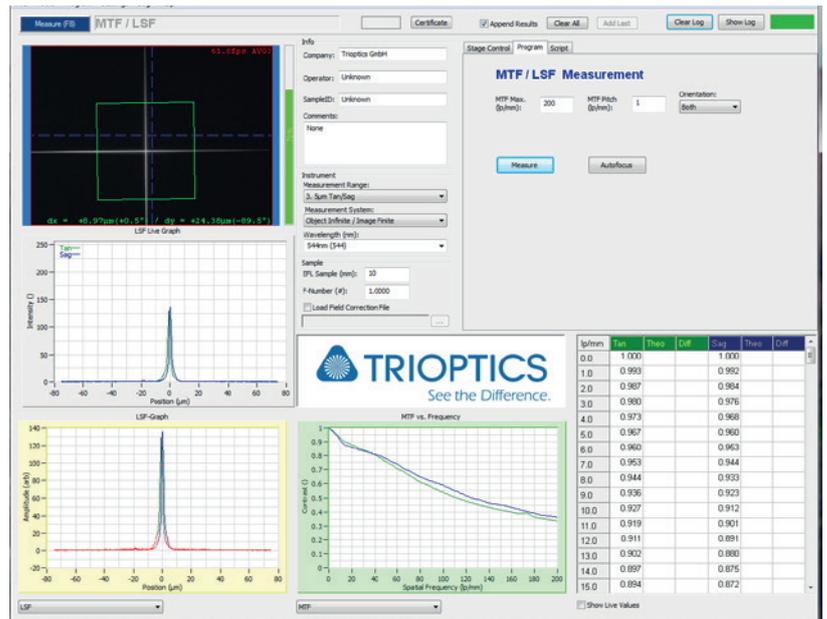
ImageMaster® Universal

Software

Die leistungsfähige ImageMaster® MTF Lab Software bietet eine leicht zu bedienende grafische Benutzerschnittstelle für schnelle Messungen der Abbildungsqualität.

Ein Hauptmerkmal der Software liegt in der Unterstützung von UV- oder IR-Detektoren, die mit dem Scanning-Aperture Verfahren (abtastende Messung mit Apertur) arbeiten.

Mehrere integrierte Funktionen helfen dem Anwender, die korrekte Bildposition des getesteten Prüflings zu scannen und zu erkennen. Die Software ermöglicht einen einfachen und schnellen Wechsel zwischen den verschiedenen Messmodi.



Die vielseitige Funktionalität macht die ImageMaster® MTF Lab Software zum Produkt der Wahl für die Forschung und Entwicklung sowie Laborarbeit.

Vorteile auf einen Blick

- Leicht zu bedienende grafische Benutzerschnittstelle
- Benutzerspezifische Anordnung der Fenster mit den grafischen Auswertungen
- Skript-Tools zum Erstellen automatisierter benutzerdefinierter Messungen einschließlich Programmierung von Funktionen wie zum Beispiel Steuerung der Führungen, Datenmanipulation sowie Schleifen und Variablen
- Datenexport in eine Vielzahl von Dateiformaten
- Protokollierung aufeinanderfolgender Messungen
- Erstellung von Zertifikaten mit dem Hypertext Language Protokoll (HTML)

ImageMaster® Universal

Technische Daten

Type	ImageMaster® Universal*
Optischer Aufbau	Endlich, unendlich oder afokal
Max. außeraxialer Winkel	±180°
Spektralbereich	UV: 250 nm ... 450 nm VIS: 450 nm ... 700 nm NIR: 700 nm ... 1.000 nm SWIR: 1.000 nm ... 2.500 nm MWIR: 3 µm ... 5 µm LWIR: 7 µm ... 13 µm
Azimutbereich	360°
Max. Bildhöhe	±50 mm
Raumfrequenz (in Spezifikation) Max. Raumfrequenz	UV: 100 lp/mm VIS/NIR: 200 lp/mm SWIR: 120 lp/mm MWIR: 80 lp/mm LWIR: 60 lp/mm
Genauigkeit** MTF axial und außeraxial	UV-NIR: 2 % MTF (axial), 3 % MTF (außeraxial) SWIR-LWIR: 3 % MTF (axial), 3 % MTF (außeraxial)
Wiederholbarkeit (MTF auf der Achse und außeraxial)	UV-NIR: ±1 % MTF SWIR-LWIR: ±2 % MTF
EFL Genauigkeit	±0,2 %
Verzeichnung	
Genauigkeit (ohne/mit Encoder)	±0,7 % / ±0,25 %
Wiederholgenauigkeit (ohne/mit Encoder)	±0,3 % / ±0,1 %
Laterale chromatische Aberration	
Genauigkeit	±0,5 µm
Wiederholbarkeit	±0,3 µm
Longitudinale chromatische Aberration	
Genauigkeit	±1 µm
Wiederholbarkeit	0,2 µm
Hauptstrahlwinkel	
Genauigkeit	±1°
Wiederholbarkeit	±0,4°
Anlagemaß (relativ)	
Genauigkeit	±10 µm
Wiederholbarkeit	±3 µm
Astigmatismus	
Genauigkeit	±4 µm
Wiederholbarkeit	±1 µm
Feldwölbung	
Genauigkeit	±2 µm
Wiederholbarkeit	±1 µm

* Alle Spezifikationen können in Abhängigkeit von der Wellenlänge und den Prüflingseigenschaften variieren.

**Die MTF-Genauigkeit wird mit TRIOPTICS Referenzprüflingen überprüft.



TRIOPTICS GmbH

Strandbaddamm 6
22880 Wedel
Deutschland

+49 4103 18006-0
sales@trioptics.com
www.trioptics.com

