

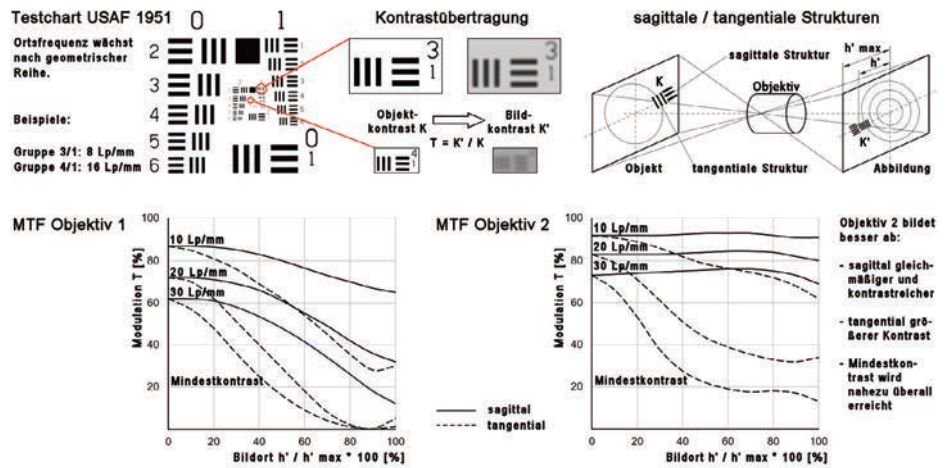


Lexikon: Modulationsübertragungsfunktion (MÜF)

# Objektive Vergleichbarkeit

Autor: Ingmar Jahr, Manager Schulung & Support, Evotron GmbH & Co. KG | Bild: Ingmar Jahr/Evotron GmbH & Co. KG

**MÜF oder MTF (Modulation Transfer Function), beschreibt die quantitative Abbildungsleistung eines optischen Systems. Sie fasst die Wirkung verschiedener Abbildungsfehler zusammen, die Verzeichnung ausgenommen. Die MTF ermöglicht so auch optischen Nicht-Fachleuten, Objektive hinsichtlich ihres optischen Auflösungsvermögens miteinander zu vergleichen.**



Die MTF beschreibt, wie stark ein hell-dunkel-Kontrast  $K$  am Objekt zu einem Kontrast  $K'$  ins Bild übertragen wird. Das Kontrastverhältnis  $T = K'/K$  [%] ist die Maßzahl der MTF - auch Modulation genannt. 100% bedeutet verlustfreie Übertragung (ist praktisch nicht möglich); 0% bedeutet keine Information vorhanden (graues Bild). Für die Auswertbarkeit durch Bildverarbeitung gilt als anerkannter Mindestwert 20%.

Die Stärke der Kontrastübertragung hängt besonders vom Bildort und der Feinheit der abzubildenden Strukturen ab. Der Bildort wird relativ von der Bildmitte (0%) bis zum Bildrand (100%) angegeben. Durch die radialsymmetrische Konstruktion von Objektiven wird so die maximal zur Verfügung stehende Fläche, der Bildkreis, beschrieben. Es reicht eine eindimensionelle Darstellung im Diagramm, denn in

Zonen konzentrischer Kreise um den Bildmittelpunkt sind die MTF-Werte gleich. Die Feinheit der Strukturen wird durch die Ortsfrequenz oder die Anzahl Linienpaare/mm ausgedrückt. Sie erscheint im Diagramm als normierter Parameter an den Kurvenscharen, so dass ein Vergleich verschiedener Objektive direkt möglich ist.

Helligkeitsübergänge, die in verschiedenen Drehlagen liegen (tangential oder sagittal; 90° gedreht) erzeugen i.A. verschieden starke Modulationen. Daher werden den Ortsfrequenzen jeweils zwei MTF-Kurven zugeordnet (1x tangential, 1x sagittal). Je enger beide Kurven beieinander liegen, desto besser ist dies für die Abbildungsleistung eines Objektivs. Unterscheiden sich beide Kurven, so kann sich allein durch das Drehen des Objektes eine starke Änderung der Abbildungsleistung ergeben und mögli-

cherweise Bildverarbeitungsalgorithmen versagen. Weitere Einflussfaktoren auf die MTF haben Abbildungsmaßstab, Blendenzahl und Beleuchtungswellenlänge / Lichtzusammensetzung. ■

[www.evotron-gmbh.de](http://www.evotron-gmbh.de)

## Praktische Auswirkungen der MTF-Verläufe von Objektiven

- a) Der Kontrast im Bild ist schlechter als der auf dem Objekt
- b) Je feiner die Details am Objekt, desto geringer der Kontrast im Bild
- c) In der Bildmitte sind MTF-Werte maximal, am Bildrand sind sie (meist) geringer
- d) Tangentiale und sagittale Strukturen werden unterschiedlich gut aufgelöst
- e) Es gibt eine optimale Blendeinstellung, bei der die MTF ein Maximum erreicht.

Weitere Informationen s. DIN ISO 58185.