

Aufnahmeobjektive

Kennzeichnung der Abbildungseigenschaften photographischer Objektive

DIN
4522
Teil 7

Photographic lenses, characterization of the quality of photographic lenses

Objectifs photographiques; caractéristiques de qualité des objectifs photographiques

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm legt die einheitliche Darstellung von Größen fest, die für die Kennzeichnung photographischer Objektive herangezogen werden. Sie definiert keine Bewertungskriterien für die verschiedenen Größen, da diese jeweils vom Anwendungsfall (z. B. der Nachvergrößerung des Bildes) abhängig sind. Die Verfahren zur Ermittlung der entsprechenden Größen sind in DIN 4522 Teil 4, Teil 5, Teil 6, DIN 58 185 Teil 1 bis Teil 4, DIN 58 186 und DIN 58 187 festgelegt.

Diese Norm gilt für photographische Objektive an Kameras für Filmformate bis 6 cm × 6 cm bei Benutzung im sichtbaren Spektralbereich zwischen 350 und 700 nm. Für andere Formate oder abweichende Spektralbereiche ist sie gegebenenfalls sinngemäß abzuwandeln.

2 Allgemeine Grundlagen

Die Eigenschaften eines photographischen Objektivs, die das von ihm erzeugte Bild beeinflussen, lassen sich in drei Gruppen unterteilen:

Gruppe 1

Gaußsche Systemkonstanten (wie Brennweite, relative Öffnung),

Gruppe 2

energetische Systemkonstanten (wie spektraler Transmissionsgrad, Bildfeldausleuchtung),

Gruppe 3

Bildgütekenngrößen (wie Verzeichnung, Modulationsübertragung, Falschlicht).

Die Größen der Gruppe 1 gelten für das betreffende Objektiv ohne Bezug auf einen bestimmten Anwendungsfall und dienen z. B. zur Bestimmung des Abbildungsmaßstabs oder des erforderlichen Auszugs. Die Größen der Gruppe 2 sind demgegenüber von der Blendeneinstellung und dem betrachteten Bildort (innerhalb des genutzten Bildformates) abhängig. Die Größen der Gruppe 3 weisen zusätzlich eine starke Abhängigkeit von der Objektentfernung, der Orientierung der Objektstrukturen (radial oder tangential) und der jeweiligen Fokussierung auf. Diese vielfältige Parameterabhängigkeit, speziell der Bildgütekenngrößen, zwingt unter dem Aspekt einer Datenreduktion zu einer Festlegung verschiedener Parameter.

Dies hat zur Folge, daß die Kenngrößen im Fall deutlich vom Normalfall abweichender Randbedingungen nur begrenzte Aussagekraft besitzen.

Um die Abhängigkeiten von Bildort, Blendeneinstellung und Abbildungsmaßstab wenigstens näherungsweise festzulegen, sind die Kenngrößen in der Regel für mindestens 2 Werte von Blende und Abbildungsmaßstab anzugeben. Bei Objektiven mit variabler Brennweite sind sie jeweils für die kürzeste und die längste Brennweite, bei Variationsfaktoren

über 2fach zusätzlich für die mittlere Brennweite anzugeben.

Da die optimale Leistung photographischer Objektive nach Abbildung und im wesentlichen für große Objektentfernungen (d. h. Abbildungsmaßstab $\geq 1 : 25$) erreicht wird, sind die Kennwerte zumindest für folgende Parameterwerte anzugeben:

$e_{\infty, v}$ Einstellentfernung unendlich und volle Öffnung,

$e'_{\infty, 5,6}$ Einstellentfernung unendlich und Blende 5,6 (falls die volle Öffnung kleiner als Blende 2,8 ist, ist anstelle Blende 5,6 die Blende 8 zu nehmen).

Da im Nahbereich die Abbildungsleistung durch Bildfeldwölbung speziell in den Bildecken häufig deutlich abnimmt, aus Gründen der Schärfentiefe in der Praxis hier jedoch stets kräftig abgeblendet werden muß, sind die Kennwerte in diesem Bereich für die folgenden Parameterwerte anzugeben:

$e_{k, 5,6-11}$ kürzeste Einstellentfernung und Blende 5,6 bzw. 8 und 11.

Bei Spezialobjektiven, die nur für einen bestimmten Abbildungsmaßstab vorgesehen sind (z. B. Lupen-Objektive), tritt an Stelle der Objektentfernung „unendlich“ die diesem Haupteinsatzbereich zugeordnete Objektentfernung.

Im Gegensatz zu allen anderen Kenngrößen ist die Modulationsübertragung entscheidend von der jeweiligen Fokussierung abhängig. Die Bestimmung der sogenannten „besten Bildebene“ ist je nach Größe der im System vorhandenen Rest-Bildfehler nicht immer einfach und eindeutig. Im Sinne dieser Norm wird diese Bezugsebene durch die Einstellung auf maximale Modulationsübertragung bei der mittleren von drei festgelegten Ortsfrequenzen in der Bildmitte und bei Abbildung auf Blende 2,8 bzw. bei lichtschwächeren Objektiven bei voller Öffnung definiert. Diese Einstellebene ist für alle Messungen konstant zu halten. Wird in Sonderfällen ein abweichendes Fokussierkriterium gewählt, so ist dies bei der Darstellung der Ergebnisse explizit anzugeben.

Die Objektive werden im Rahmen dieser Norm als rotations-symmetrisch und zentriert angenommen. Anamorphotische oder ähnliche nicht-rotations-symmetrische Systeme werden nicht erfaßt. Sollen die Einflüsse von fertigungsbedingten Unsymmetrien dargestellt werden, so sind alle Angaben für zwei um 90° versetzte Orientierungen des Objektivs zu machen. Ersatzweise kann ein Mittelwert angegeben werden, der durch die Schwankungsbreite der jeweiligen Größe ergänzt werden muß.

Sofern es für bestimmte Anwendungsfälle sinnvoll ist, können zusätzliche Angaben für weitere Blenden, Abbildungsmaßstäbe oder Fokussierungen erfolgen. In diesen Fällen sind die in dieser Norm festgelegten Angaben durch geeignete Mittel, wie Fettdruck, dickeren Kurvenzug oder dergleichen zu kennzeichnen.

Fortsetzung Seite 2 bis 4

Normenausschuß Bild und Film (photokinetik) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, gestattet.

3 Darstellungen

Aufgrund der Bildort-Abhängigkeit der meisten Objektiv-Kenngrößen soll die Anlage dieser Größen bevorzugt in Form von Kurvenbildern erfolgen (Beispiel für die Darstellung der Ergebnisse, siehe Anhang A). Dabei ist auf der horizontalen Achse die Bildhöhe über der optischen Achse, in vertikaler Richtung die jeweilige Kenngröße aufzutragen. Werden mehrere Kurven in einem Diagramm wiedergegeben, so ist der jeweilige Parameter in der Nähe der zugehörigen Kurve so anzugeben, daß eine eindeutige Zuordnung möglich ist.

Ist die Kurvendarstellung in Einzelfällen nicht möglich oder unzweckmäßig, können als Kurzinformation auch Zahlenwerte angegeben werden, die entweder den ungünstigsten Wert innerhalb des genutzten Bildfeldes oder einen Mittelwert darstellen, wobei letzterer durch die maximale Schwankungsbreite ergänzt werden muß (z. B. $I \geq 0,28$ oder $I = 0,4 \pm 0,12$).

4 Bildgüte-Kenngrößen

Als Kenngrößen im Sinne dieser Norm gelten

- Spektraler Transmissionsgrad
- Bildfeldausleuchtung
- Falschlichtanteil
- Verzeichnung
- Modulationsübertragung

4.1 Spektraler Transmissionsgrad

Der spektrale Transmissionsgrad ist darzustellen als „relativer Transmissionsfaktor als Funktion der Lichtwellenlänge“: $\tau = \tau(\lambda)$. Der Kurvenverlauf kann durch die Angabe von 3 Farbindikatoren entsprechend DIN 4522 Teil 4 bis 6 approximiert werden.

Die Messung ist entsprechend DIN 4522 Teil 4 durchzuführen.

Die Unsicherheit der Messung soll $\Delta\tau = 0,02$ nicht überschreiten. Der Schwerpunkt des für jeden Meßpunkt benutzten Wellenlängenbereiches ist auf $\Delta\lambda = \pm 2$ nm anzugeben.

4.2 Bildfeldausleuchtung

(Relative Bestrahlungsstärke im Bildfeld)

Die Bildfeldausleuchtung ist darzustellen als „relative Beleuchtungsstärke in Abhängigkeit von der Bildhöhe über der optischen Achse“: $E = E(y')$ für die unter Abschnitt 2 festgelegten Blendenstufen. Die Kurven können durch die Angabe der minimalen Werte innerhalb des genutzten Bildfeldes approximiert werden.

Falls bei Systemen mit starker Auszugsverlängerung (Makro-Objektiven) oder verschiebbaren Innenlinsen eine Abhängigkeit der Bildfeldausleuchtung (Vignettierung) vom Abbildungsmaßstab besteht, die zu einer Meßwertänderung von mehr als 30 % führt, so ist die Bildfeldausleuchtung auch für die jeweils ungünstigste Entfernung- und Brennweiteinstellung anzugeben.

Die Messung der Bildfeldausleuchtung (relative Bestrahlungsstärke im Bildfeld) ist entsprechend DIN 58 188 (z. Z. Entwurf) durchzuführen; die Unsicherheit der Messung soll $\Delta E = 0,03$ nicht überschreiten.

4.3 Falschlichtanteil

Der Falschlichtanteil ist darzustellen als prozentualer Lichtstromteil im Bild eines schwarzen Objektpunktes in Abhängigkeit von der Bildhöhe über der optischen Achse: $I = I(y')$ für die entsprechend Abschnitt 2 festgelegten Blendenkurven. Die Kurven können durch Angabe des Mittelwertes innerhalb des genutzten Bildfeldes approximiert werden.

Tritt bei Objektiven mit starker Auszugsverlängerung oder verschiebbaren Innenlinsen eine Veränderung des Falschlichtanteils um mehr als 50 % des jeweiligen Meßwertes auf, so ist eine zusätzliche Kurve bzw. Zahlenangabe für die ungünstigste Entfernung- und Brennweiteinstellung erforderlich.

Die Messung ist entsprechend DIN 58 186 durchzuführen.

Die Unsicherheit der Messung soll $\pm 0,5\%$ nicht überschreiten.

4.4 Verzeichnung

Die Verzeichnung ist darzustellen als relative laterale Verlagerung eines außeraxialen Bildpunktes gegenüber dem idealen Bildort in Abhängigkeit von der Bildhöhe über der optischen Achse: $V = V(y')$ für die entsprechend Abschnitt 2 festgelegten Abbildungsmaßstäbe bzw. Objektentfernungen.

Die Kurven können durch Angabe der Maximalwerte innerhalb des genutzten Bildfeldes approximiert werden (z. B. $V \leq 0,8\%$).

Die Messung ist entsprechend DIN 58 187 durchzuführen. Die erreichte Meßunsicherheit sollte 0,3 % nicht überschreiten.

4.5 Modulationsübertragung

Die Modulationsübertragung ist darzustellen als Modulationsübertragungsfaktor für 3 Ortsfrequenzen in Abhängigkeit von der Bildhöhe über der optischen Achse: $MTF = MTF(y')$ für die beiden Objektorientierungen sagittal und tangential und die in Abschnitt 2 festgelegten Blenden, Abbildungsmaßstäbe bzw. Objektentfernungen. Die Kurven können durch Angabe der Übertragungsfaktoren in der Bildmitte sowie die maximale Abweichung innerhalb des genutzten Bildfeldes approximiert werden. Eine Mittelwertbildung über das Bildfeld sowie zwischen den Werten für sagittale und tangential Objektorientierung ist nicht zulässig.

Die Messung ist nach DIN 58 185 Teil 2 durchzuführen. Dabei soll die Spektralverteilung auf den Bereich von 350 bis 700 nm durch geeignete Filter beschränkt werden. Als Lichtquelle wird eine Halogenlampe mit einer Farbtemperatur von (3200 ± 200) K, als Empfänger ein Photovervielfacher mit S-20-Photokathode in Verbindung mit einem wirksam angepaßten IR-Sperrfilter empfohlen, um die in Bild 1 angegebene spektrale Bewertungsfunktion zu erreichen *).

Jede andere Lichtquellen-Empfänger-Kombination, die diese Spektralverteilung besitzt, darf benutzt werden.

Entsprechend dem jeweiligen Filmformat sind die 3 Ortsfrequenzen wie folgt zu wählen:

Für Amateurformate, z. B. Rollfilm Nr 120 (Nenn-Bildgröße: 60×60), Kleinbildfilm Nr 135 (Nenn-Bildgröße: 24×36) und Film Nr 110 (Nenn-Bildgröße: 11×17), sind folgende Ortsfrequenzen zu wählen:

10, 20, 40 mm^{-1}

Die Fokussierung erfolgt in der Bildfeldmitte für 20 mm^{-1} .

Die Unsicherheit der Meßwerte soll 0,05 nicht überschreiten.

*) Auskunft über Bezugsquellen geeigneter Filter gibt der NA Bild und Film (photokinonorm) im DIN.