

Photographische Sensitometrie

Bestimmung der optischen Dichte
Begriffe, Symbole und Kennzeichnungen

DIN

4512

Teil 7

Photographic sensitometry; determination of optical density, concepts, symbols and notations
Sensitométrie photographique; détermination de la densité optique, termes, symboles et notations

Mit DIN 4512 T8/01.93
und DIN 4512 T9/01.93
Ersatz für
DIN 4512 T3/01.73

Zusammenhang mit der von der International Organization for Standardization (ISO) herausgegebenen Internationalen Norm ISO 5/1 : 1984, siehe Erläuterungen.

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm legt für Anwendungen in der Photographie und Radiometrie Begriffe, Symbole, Kennzeichnungen und ein Koordinatensystem fest, mit denen geometrische und spektrale Bedingungen bei der Messung von Änderungen eines Strahlungsflusses¹⁾ durch eine Probe beschrieben werden. Hauptsächlich wird ein System zur Beschreibung von Meßmethoden oder zur Darstellung der Transmissionseigenschaften photographischer Materialien dargestellt.

2 Begriffe

2.1 Eingangs-: Mit dem Zusatz Eingangs- wird der auf die Probenoberfläche auftreffende Strahlungsfluß gekennzeichnet.

2.2 Ausgangs-: Mit dem Zusatz Ausgangs- wird der Strahlungsfluß gekennzeichnet, der von der Probe abgestrahlt und vom Empfänger bewertet wird.

2.3 Strahlungsfluß; Fluß, Φ : Der Strahlungsfluß (kurz „Fluß“) Φ ist der Quotient aus Strahlungsmenge und Zeit. Er wird durch das Symbol Φ dargestellt mit einem tiefgesetzten Index, der die Art des Flusses kennzeichnet.

2.4 Einfallender Fluß, Φ_i : Der einfallende Fluß Φ_i ist der Fluß, der auf den Bereich der Probe fällt, der die bei der Messung wirksame Probenfläche bestimmt.

2.5 Absorbierter Fluß, Φ_a : Der absorbierte Fluß Φ_a ist der von der Probe absorbierte Strahlungsfluß.

2.6 Ausbreitungsfluß, Φ_ψ : Der Ausbreitungsfluß Φ_ψ ist der Strahlungsfluß, der sich durch Einfluß der Probe in verschiedene Richtungen oder Spektralbereiche ausbreitet, die bei der Messung oder Anwendung berücksichtigt werden sollen. Der Fluß breitet sich durch Transmission, Reflexion, Brechung, Beugung, Streuung, Lumineszenz oder das Zusammenwirken mehrerer dieser Effekte aus.

2.7 Gesamt-Ausbreitungsfluß, Φ_ψ : Der Gesamt-Ausbreitungsfluß Φ_ψ ist der Strahlungsfluß, der sich durch Einfluß der Probe in alle Richtungen und Spektralbereiche ausbreitet. Ähnlich kann der Gesamt-Transmissionsfluß, Φ_τ , oder der Gesamt-Reflexionsfluß, Φ_ρ , definiert werden.

2.8 Reflexionsfluß, Φ_ρ : Der Reflexionsfluß Φ_ρ ist der Fluß, der von der Probenoberfläche abgestrahlt wird, auf die der einfallende Fluß trifft. Darin kann sowohl Lumineszenzfluß nach vorhergehender Absorption als auch Fluß enthalten sein, der sich durch Reflexion und/oder Streuung ausgebreitet hat.

2.9 Transmissionsfluß, Φ_τ : Der Transmissionsfluß Φ_τ ist der Fluß, der durch die Probe tritt und von einer Oberfläche abgestrahlt wird, auf die kein einfallender Fluß trifft.

2.10 Bezugs-Ausbreitungsfluß, Φ_{ψ_0} : Der Bezugs-Ausbreitungsfluß Φ_{ψ_0} ist der Ausbreitungsfluß, der mit einem Bezugsnormal an Stelle der Probe gemessen wird.

2.11 Bezugs-Reflexionsfluß, Φ_{ρ_0} : Der Bezugs-Reflexionsfluß Φ_{ρ_0} ist der Reflexionsfluß, der mit einem Bezugsnormal an Stelle der Probe gemessen wird.

2.12 Absoluter Bezugs-Reflexionsfluß, Φ_{ρ_A} : Der absolute Bezugs-Reflexionsfluß Φ_{ρ_A} ist der Fluß, der von einem vollkommen mattweißen Medium an Stelle der Probe reflektiert würde.

2.13 Bezugs-Transmissionsfluß, Φ_{τ_0} : Der Bezugs-Transmissionsfluß Φ_{τ_0} ist der Transmissionsfluß, der mit einem Bezugsnormal an Stelle der Probe gemessen wird.

2.14 Störfluß (Streufluß), Φ_x : Der Störfluß (Streufluß) Φ_x ist der Fluß, der auf den Empfänger trifft, aber nicht den vorgesehenen optischen Weg durchlaufen hat.

¹⁾ Strahlungsleistung nach DIN 5031 Teil 1, wegen Bezug auf ISO 5/1 : 1984 hier Strahlungsfluß genannt.

Fortsetzung Seite 2 bis 7

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

2.15 Meßflächenfluß, Φ_j : Der Meßflächenfluß Φ_j ist der Fluß, der von der Meßfläche in die Richtungen und Spektralbereiche abgestrahlt wird, die bei der Messung oder Anwendung genutzt werden sollen, wobei die Probe aus dem Strahlengang entfernt ist, das übrige System jedoch unverändert bleibt, z.B. nach dem Entfernen eines Diapositivs aus dem Projektor.

3 Symbole

Im folgenden sind zur Übersicht und um ihren Gebrauch in der Photographie und Radiometrie anzuregen, alle Symbole aufgelistet, die in dieser Norm verwendet werden oder auf die Bezug genommen wird. Für Begriffe, die im Internationalen CIE-Wörterbuch der Lichttechnik [1] definiert sind und auf die in dieser Norm Bezug genommen wird, sind die gleichen Symbole wie im Internationalen CIE-Wörterbuch der Lichttechnik gebraucht worden.

a ²⁾	absorbiert
j ²⁾	Meßfläche
i ²⁾	einfallend
ψ ²⁾	Ausbreitungs-
ψ' ²⁾	Gesamt-Ausbreitungs-
ϱ ²⁾	reflektiert
ϱ' ²⁾	gesamt reflektiert
τ ²⁾	durchgelassen
τ' ²⁾	gesamt durchgelassen
e ²⁾	Bezugsnormal
A ²⁾	absolutes Normal
r	relativ

Φ ³⁾⁴⁾	Fluß
D ³⁾	optische Dichte
ψ ⁴⁾	Ausbreitungsgrad
ϱ ³⁾⁴⁾	Reflexionsgrad
τ ³⁾⁴⁾	Transmissionsgrad
P	Ausbreitungsfaktor
R	Reflexionsfaktor
T	Transmissionsfaktor
S	Eingangsspektrum, spektrale Strahlungsverteilung des einfallenden Flusses
s	spektrale Empfindlichkeit des Empfängers
V ³⁾⁴⁾	spektraler Hellempfindlichkeitsgrad
CIE A	Normlichtart A der CIE [2]
G	Eingangsgeometrie
g	Ausgangsgeometrie
κ	Halbwinkel des geraden Kreiskegels
Θ	Polarkoordinate (Breitengrad)
η	Polarkoordinate (Längengrad oder Azimut)
E ³⁾⁴⁾	Bestrahlungsstärke
Π	spektrales Produkt ($S \cdot s$)
λ ³⁾⁴⁾	Wellenlänge des Strahlungsflusses

²⁾ Werden als Indizes zur Definition von Flüssen, Winkeln usw. gebraucht.

³⁾ Symbole, die im Internationalen Wörterbuch der Lichttechnik gebraucht werden.

⁴⁾ Symbole, die in ISO 31/6 : 1980 beschrieben werden.

4 Größen der Flußmodulation

Die Begriffe, Symbole und Gleichungen verschiedener Größen der Flußmodulation sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Arithmetisch (Modulationsfaktor m)		Logarithmisch (optische Dichte D)	
Begriffe	Gleichungen	Begriffe	Gleichungen
Transmissionsgrad	$\tau = \frac{\Phi_\tau}{\Phi_i}$ [*] (1)	Optische Dichte bei Transmission	$D_\tau = -\lg \tau$ [*] (2)
Reflexionsgrad	$\varrho = \frac{\Phi_\varrho}{\Phi_i}$ [*] (3)	Optische Dichte bei Reflexion	$D_\varrho = -\lg \varrho$ [*] (4)
Ausbreitungsgrad	$\Psi = \frac{\Phi_\Psi}{\Phi_i}$ (5)	Optische Dichte bei Ausbreitung	$D_\Psi = -\lg \Psi$ (6)
Transmissionsfaktor	$T = \frac{\Phi_\tau}{\Phi_j}$ [*] (7)	Meßflächenbezogene optische Dichte bei Transmission	$D_T = -\lg T$ (8)
Reflexionsfaktor	$R = \frac{\Phi_\varrho}{\Phi_{\varrho A}}$ [*] (9)	Optische Dichte für den Reflexionsfaktor	$D_R = -\lg R$ (10)
Ausbreitungsfaktor	$P = \frac{\Phi_\Psi}{\Phi_j}$ (11)	Meßflächenbezogene optische Dichte bei Ausbreitung	$D_P = -\lg P$ (12)
Relativer Transmissionsfaktor	$T_r = \frac{\Phi_\tau}{\Phi_{\tau e}}$ (13)	Relative optische Dichte bei Transmission	$D_{Tr} = -\lg T_r$ (14)
Relativer Reflexionsfaktor	$R_r = \frac{\Phi_\varrho}{\Phi_{\varrho e}}$ (15)	Relative optische Dichte bei Reflexion	$D_{Rr} = -\lg R_r$ (16)
Relativer Ausbreitungsfaktor	$P_r = \frac{\Phi_\Psi}{\Phi_{\Psi e}}$ (17)	Relative optische Dichte bei Ausbreitung	$D_{Pr} = -\lg P_r$ (18)

^{*}) Aus DIN 5036 Teil 1/07.78

5 Koordinatensystem

Ein Koordinatensystem zur Beschreibung der geometrischen Faktoren, die optische Transmissions- und Reflexionsmessungen beeinflussen, stellt Bild 1 dar.

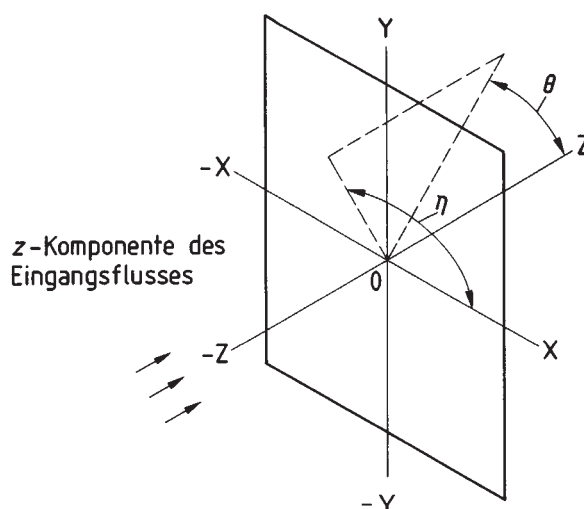


Bild 1. Koordinatensystem zur Beschreibung der geometrischen Faktoren, die Transmissions- und Reflexionsmessungen beeinflussen

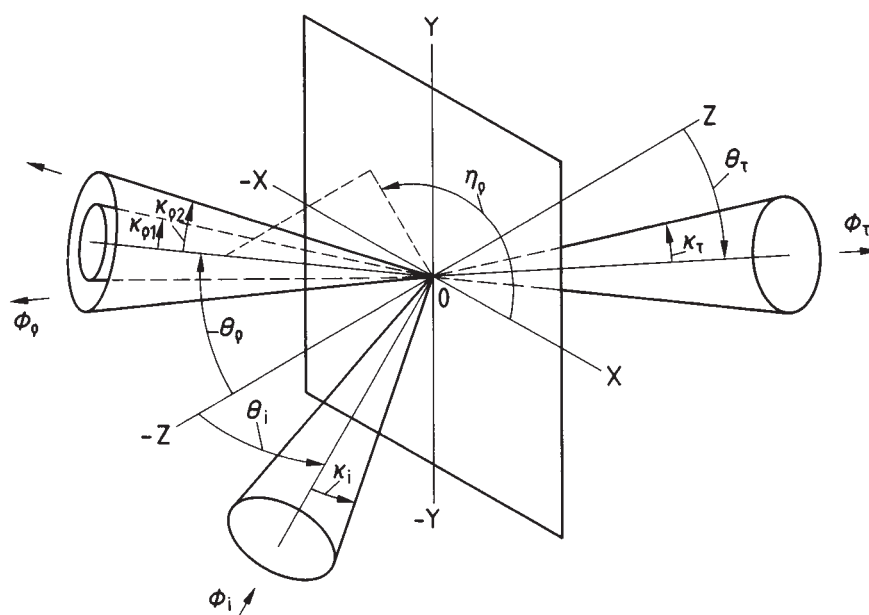


Bild 2. Koordinatensystem und Winkel zur Beschreibung von Verteilungen mit Hilfe von Kegeln

Die Koordinaten beziehen sich auf eine Referenzebene xy , die identisch mit der vorderen Oberfläche der Probe ist, an der Messungen vorgenommen werden sollen. Die Mitte der bei der Messung erfaßten Fläche ist der Nullpunkt 0. Die z -Achse verläuft parallel zu der Komponenten des Flusses, die senkrecht zur Referenzebene einfällt. Der Winkel θ zwischen der Flußrichtung und der z -Achse ist die dem Breitengrad entsprechende Polarkoordinate.

Wenn nichts anderes festgelegt ist, soll die Polarkoordinate (Breitengrad) θ der einfallenden und reflektierten Strahlen von der negativen z -Achse aus und die Polarkoordinate θ der durchgelassenen und sich auf andere Weise ausbreitenden Strahlen von der positiven z -Achse aus gemessen werden. Die Polarkoordinate η (Längengrad oder Azimut) ist der Winkel in der xy -Ebene zwischen der positiven x -Achse in Richtung zur positiven

y -Achse und der Projektion des Strahls auf die xy -Ebene. Die Richtung eines Strahls wird durch die Polarkoordinaten θ und η in dieser Reihenfolge angegeben. Der Winkel η ist kleiner als 360° , θ beträgt 180° oder weniger und ist meistens kleiner als 90° .

Die Indizes für die Richtungswechsel von Strahlen entsprechen denjenigen von Strahlungsflüssen, d. h. i für einfallend, q für reflektiert, t für durchgelassen und ψ für Ausbreitungs- wie z. B.:

$$\theta_i, \theta_q, \theta_t \text{ und } \eta_\psi$$

Wenn die Dicke der Probe berücksichtigt werden muß, kann die Beschreibung der Verteilung des Ausgangsflusses auf ein zweites Koordinatensystem bezogen werden ($x', y', z', \theta', \eta'$). Dessen Nullpunkt $0'$ ist um den Abstand h entsprechend der Dicke der Probe entlang der