

DIN ISO 15795

ICS 37.020

Ersatz für
DIN ISO 15795:2006-03

**Optik und Photonik –
Beurteilung der Qualität optischer Systeme –
Bestimmung der Beeinträchtigung der Bildqualität durch chromatische
Aberrationen (ISO 15795:2002+ Cor. 1:2007)**

Optics and photonics –
Quality evaluation of optical systems –
Assessing the image quality degradation due to chromatic aberrations
(ISO 15795:2002+ Cor. 1:2007)

Optique et photonique –
Évaluation de la qualité des systèmes optiques –
Estimation de la dégradation de la qualité de l'image due à des aberrations chromatiques
(ISO 15795:2002+ Cor. 1:2007)

Gesamtumfang 20 Seiten

Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO) im DIN

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort	2
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Symbole und Einheiten	5
4 Begriffe und grundlegende mathematische Beziehungen	6
4.1 Allgemeines	6
4.2 Wellenlängen und Spektralverteilungen	6
4.2.1 Quasi-monochromatische Messungen	6
4.2.2 Messung mit endlicher spektraler Bandbreite.....	7
4.3 Referenzwellenlänge λ_r und gewichtete spektrale Referenzverteilung $W_R(\lambda)$	7
4.4 Messebene	7
4.5 Bildhöhen und lokale Bildfeld-Koordinaten.....	7
4.6 Laterale chromatische Aberration	8
4.7 Gewichtete laterale chromatische Aberration	8
4.8 Form und Ausdehnung der Kantenbild-Funktion (ESF).....	8
4.8.1 Allgemeines	8
4.8.2 Kantenbreiten.....	9
4.8.3 Chromatische Kantenbreiten	11
4.9 Longitudinale chromatische Aberrationen	12
5 Anwendungsklassen	12
6 Messverfahren	13
6.1 Kurze Beschreibung der Verfahren	13
6.1.1 Messung von lateralen chromatischen Aberrationen und Kantenbreiten in einer festen Messebene.....	13
6.1.2 Messung von longitudinalen chromatischen Aberrationen.....	13
6.2 Beschreibung der Messausrüstung	14
6.2.1 Allgemeine Anforderungen.....	14
6.2.2 Unendlicher Objektabstand, endlicher Bildabstand	14
6.2.3 Endlicher Objektabstand, endlicher Bildabstand	14
6.3 Besondere Messbedingungen	16
6.3.1 Azimute ψ	16
6.3.2 Orientierung ϕ des Prüflings.....	16
6.3.3 Auswahl der Bildhöhen.....	16
7 Darstellung der Messergebnisse	16
7.1 Darstellung in Tabellenform	16
7.2 Graphische Darstellung	16
8 Prüfbericht.....	17
Anhang A (informativ) Beispiele für die Darstellung der Ergebnisse.....	18
Literaturhinweise	20

Nationales Vorwort

Die Internationale Norm ISO 15795 wurde vom ISO/TC 172/SC 1 „Fundamental standards“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) unter Beteiligung deutscher Experten ausgearbeitet. Im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. ist hierfür der Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO) zuständig.

Für die im Inhalt zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 9039	siehe DIN 58187; E DIN ISO 9039
ISO 9334	siehe DIN ISO 9334
ISO 9335	siehe DIN ISO 9335
ISO 11421	siehe DIN ISO 11421

Änderungen

Gegenüber DIN ISO 15795:2006-03 wurden folgende Berichtigungen vorgenommen:

- a) das erste Element des Titels „Optik und optische Instrumente“ wurde durch „Optik und Photonik“ ersetzt;
- b) der Abschnitt 7.1 wurde korrigiert; die bisherige Nationale Fußnote N1) wurde gestrichen;
- c) Übernahme des Technical Corrigendum 1 der ISO.

Frühere Ausgaben

DIN ISO 15795: 2005-09, 2006-03

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN 58187, *Qualitätsbewertung optischer Systeme — Bestimmung der radialen Verzeichnung*

E DIN ISO 9039, *Optik und Photonik — Qualitätsbewertung optischer Systeme — Bestimmung der Verzeichnung*

DIN ISO 9334, *Optik und Photonik — Optische Übertragungsfunktion — Begriffe und mathematische Beziehungen*

DIN ISO 9335, *Optik und Photonik — Optische Übertragungsfunktion — Prinzipien und Messverfahren*

DIN ISO 11421, *Optik und optische Instrumente — Genauigkeit von Messungen der optischen Übertragungsfunktion*

Optik und Photonik
Beurteilung der Qualität optischer Systeme
Bestimmung der Beeinträchtigung der Bildqualität
durch chromatische Aberrationen

Einleitung

Die Aberrationen auf Grund der Variation der Brechzahl mit der Wellenlänge (Dispersion) werden üblicherweise chromatische Aberrationen genannt. Ursprünglich basierte diese Bezeichnung auf der Tatsache, dass in Gegenwart dieser Aberrationen die Bilder von Objekten wie Punkten, Linien, Kanten – zusätzlich zur Variation der Bestrahlungsstärke – farbige Strukturen aufweisen.

Von diesem Standpunkt aus ist das Konzept der Punktbildfunktion (PSF) und der damit verbundenen optischen Übertragungsfunktion OTF (siehe ISO 9334) im Wesentlichen eine Übertragung optischer Information, welche durch die Leuchtdichte (oder allgemeiner Strahldichte) charakterisiert ist. Bezüglich der Wellenlängen gibt es nur ein Signal, welches das Resultat der spektralen Transmission und Empfindlichkeit der Übertragungskette ist, selbst wenn letztere nicht identisch ist mit der spektralen Empfindlichkeit des menschlichen Auges.

Heutzutage sind die Begriffe „Farbe“ und spezieller „Farbart“ auf dem Gebiet der Physik präzise definiert durch die Farbmeterik gemäß der Internationalen Beleuchtungs-Kommission (CIE siehe Ref. [1] in den Literaturhinweisen). Diese Begriffe sind beschränkt auf den Bereich des elektromagnetischen Spektrums, welcher für den normalsichtigen (trichromatischen) menschlichen Beobachter zugänglich ist.

Wenn man jedoch Aberrationen auf Grund des dispersiven Verhaltens von elektromagnetischen Wellen betrachtet, so muss berücksichtigt werden, dass der optische Spektralbereich entschieden breiter ist als die Empfindlichkeitsgrenzen des menschlichen Auges. Dieser Bereich kann sich vom UV bis zum mittleren IR erstrecken. Bei solchen Anwendungen ist der menschliche visuelle Prozess nicht beteiligt oder nur mit Hilfe von gewissen Transformationen der Information in den sichtbaren Wellenlängenbereich.

Trotzdem ist auch hier eine Variation der Form und Lage der Punkt- oder Linienbild-Funktion mit der Wellenlänge oder mit irgendwelchen spektral gewichteten Wellenlängenbereichen gegeben. Um dieses dispersive Verhalten zu charakterisieren kann man also nicht auf die Farbmeterik zurückgreifen, sondern sollte die Position und Ausdehnung der Punktbildfunktion relativ zu derjenigen einer bestimmten Referenzwellenlänge oder Referenz-Spektralgewichtung beschreiben.

In diesem Sinne behandelt die vorliegende Internationale Norm keine Farbempfindungen, sondern der Begriff „chromatische Aberrationen“ wird in rein physikalischer Weise benutzt um die wellenlängenabhängigen Eigenschaften derartiger Aberrationen zu beschreiben.

Die Variation der Bildfunktion mit der Wellenlänge in einer vorgegebenen Bildebene eines optischen Systems kann durch eine laterale Verschiebung und zusätzlich durch eine Variation der Form und Ausdehnung charakterisiert werden.

Die laterale Verschiebung eines typischen Koordinatenpunktes der Bildfunktion wird laterale chromatische Aberration genannt. Die Form und Ausdehnung dagegen wird durch zwei Zahlen charakterisiert, welche über eine Gewichtung der Bildfunktion abgeleitet werden (Kantenbreite).

Die longitudinale chromatische Aberration gibt die axiale Position der besten Bildebene für eine bestimmte Wellenlänge oder einen Wellenlängenbereich in Bezug auf die Referenzebene für ein definiertes Fokussierkriterium (oder Bildqualitätskriterium) an.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt Begriffe betreffend chromatische Aberrationen fest und gibt die mathematischen Beziehungen zwischen diesen Begriffen an.

Sie gibt einen allgemeinen Leitfaden für die Messung von chromatischen Aberrationen und gilt für optische Abbildungssysteme, welche nach ihrem Design eine rotationssymmetrische Abbildungsgeometrie aufweisen. Sie gilt auch für optoelektronische Abbildungssysteme.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil der vorliegenden Internationalen Norm sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Internationalen Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle normativen Dokumente unterliegen der Überarbeitung. Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf dieser Internationalen Norm basieren, werden gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, ob die jeweils neuesten Ausgaben der im Folgenden genannten Normen angewendet werden können. Die Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

ISO 9334:1995, *Optics and optical instruments — Optical transfer function — Definitions and mathematical relationships*

ISO 9335:1995, *Optics and optical instruments — Optical transfer function — Principles and procedures of measurement*

ISO 9039:1994, *Optics and optical instruments — Quality evaluation of optical systems — Determination of distortion*

ISO 11421:1997, *Optics and optical instruments — Accuracy of optical transfer function (OTF) measurement*

3 Symbole und Einheiten

Symbol	Bedeutung	Einheit	Festgelegt in:
λ	Messwellenlänge	nm, μm	4.2.1
λ_r	Referenzwellenlänge	nm, μm	4.3
$W(\lambda)$	gewichtete Spektralverteilung	dimensionslos	4.2.2
$W_R(\lambda)$	gewichtete spektrale Referenzverteilung	dimensionslos	4.3
$u(\lambda)$	lokale Bildfeld-Koordinate für die Messwellenlänge	μm	4.5
$u(\lambda_r)$	lokale Bildfeld-Koordinate für die Referenzwellenlänge	μm	4.5
$u(W)$	lokale Bildfeld-Koordinate für die gewichtete spektrale Messverteilung	μm	4.5
$u(W_R)$	lokale Bildfeld-Koordinate für die gewichtete spektrale Referenzverteilung	μm	4.5
$h'(\lambda_r), h'(W_R)$	Bildhöhe für Referenzwellenlänge oder -verteilung	mm	4.5
$T(\lambda)$	laterale chromatische Aberration	μm	4.6
$T(W)$	gewichtete laterale chromatische Aberration	μm	4.7

Symbol	Bedeutung	Einheit	Festgelegt in:
$L(\lambda)$	longitudinale chromatische Aberration	μm	4.9
$L(W)$	gewichtete longitudinale chromatische Aberration	μm	4.9
LE	linke Kantenbreite	μm	4.8.2
RE	rechte Kantenbreite	μm	4.8.2
EW	Kantenbreite	μm	4.8.2
$z'(\lambda), z'(\lambda_r)$	Position des besten Fokus für die Wellenlängen λ und λ_r	mm	4.9
$z'(W), z'(R)$	Position des besten Fokus für die spektralen Gewichtungen $W(\lambda)$ und $W_R(\lambda)$	mm	4.9
ω_p	bildseitiger Pupillen-Feldwinkel	Grad	3.8 von ISO 9039:1994
ω_p	objektseitiger Pupillen-Feldwinkel	Grad	3.7 von ISO 9039:1994
$OTF(r)$	eindimensionale optische Übertragungsfunktion	dimensionslos	3.11 von ISO 9334:1995
$MTF(r)$	eindimensionale Modulations-Übertragungsfunktion	dimensionslos	3.9 von ISO 9334:1995
PTF	Phasen-Übertragungsfunktion	Grad, rad	3.10 von ISO 9334:1995
PSF	Punktbildfunktion	mm^{-2}	3.5 von ISO 9334:1995
LSF	Linienbildfunktion	mm^{-1}	3.13 von ISO 9334:1995
ESF	Kantenbildfunktion	dimensionslos	3.14 von ISO 9334:1995
ψ	Azimut	Grad	4.21 von ISO 9334:1995
ϕ	Referenzwinkel	Grad	4.12 von ISO 9334:1995
ξ	Integrationsvariable	dimensionslos	4.5

4 Begriffe und grundlegende mathematische Beziehungen

4.1 Allgemeines

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm gelten die Begriffe nach ISO 9334 und ISO 9335.

4.2 Wellenlängen und Spektralverteilungen

Für die Bestimmung der chromatischen Aberrationen müssen mehrere Wellenlängen oder spektrale Gewichtungen vorgegeben sein, für welche die Aberrationen bestimmt werden sollen.

4.2.1 Quasi-monochromatische Messungen

In diesem Falle ist die spektrale Bandbreite der Messstrahlung klein im Vergleich zum Abstand zwischen benachbarten Messwellenlängen.

Die in Betracht gezogene Messwellenlänge ist die mittlere Wellenlänge dieser quasi-monochromatischen Strahlung, für welche die chromatischen Aberrationen bestimmt werden sollen.