

DIN EN 61966-9

ICS 17.180.20; 33.160.20; 33.160.60; 37.040.10

Ersatz für
DIN EN 61966-9:2001-02

**Multimediasysteme und -geräte –
Farbmessung und Farbmanagement –
Teil 9: Digitale Kameras (IEC 61966-9:2003);
Deutsche Fassung EN 61966-9:2004**

Multimedia systems and equipment –
Colour measurement and management –
Part 9: Digital cameras (IEC 61966-9:2003);
German version EN 61966-9:2004

Systèmes et appareils multimedia –
Mesure et gestion de la couleur –
Partie 9: Appareils numériques de prise de vue (CEI 61966-9:2003);
Version allemande EN 61966-9:2004

Gesamtumfang 31 Seiten

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2004-09-01 angenommene EN 61966-9 gilt als DIN-Norm ab 2005-03-01.

Daneben darf DIN EN 61966-9:2001-02 noch bis 2007-09-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 61966-9:2003-07.

Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 742 „Audio-, Video- und Multimediasysteme, -geräte und -komponenten“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 100 „Audio, video and multimedia systems and equipment“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zum Jahr 2008 unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Die Reihe EN 61966 „Multimediasysteme und -geräte – Farbmessung und Farbmanagement“ besteht aus folgenden Teilen:

- Teil 2-1: Farbmanagement – Vorgabe-RGB-Farbraum – sRGB
- Teil 2-2: Farbmanagement – Erweiterter RGB-Farbraum – scRGB
- Teil 3: Geräte mit Kathodenstrahlröhren
- Teil 4: Geräte mit Flüssigkristallanzeigen
- Teil 5: Geräte mit Plasma-Anzeigen
- Teil 7-1: Farbdrucker – Reflektierende Drucke – RGB-Eingänge
- Teil 8: Multimedia-Farbscanner
- Teil 9: Digitale Kameras

Änderungen

Gegenüber DIN EN 61966-9:2001-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Überarbeitung der Beispielanwendung in Anhang C.

Frühere Ausgaben

DIN EN 61966-9:2001-02

Deutsche Fassung

**Multimediasysteme und -geräte
Farbmessung und Farbmanagement
Teil 9: Digitale Kameras
(IEC 61966-9:2003)**

Multimedia systems and equipment
Colour measurement and management
Part 9: Digital cameras
(IEC 61966-9:2003)

Systèmes et appareils multimedia
Mesure et gestion de la couleur
Partie 9: Appareils numériques
de prise de vue
(CEI 61966-9:2003)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2004-09-01 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Vorwort

Der Text der Internationalen Norm IEC 61966-9:2003, ausgearbeitet von dem IEC TC 100 „Audio, video and multimedia systems and equipment“, wurde der formellen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2004-09-01 ohne irgendeine Abänderung als EN 61966-9 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 61966-9:2000.

Die Europäische Norm enthält gegenüber EN 61966-9:2000 folgende wichtige technische Änderungen:

- a) angesichts der Herausgabe von EN 61966-2-2 wurde der entsprechende Bezug auf EN 61966-2-1 in Anhang C durch den Bezug auf EN 61966-2-2 und sRGB durch scRGB ersetzt;
- b) Anhang C wurde ersetzt und Bild C.1 gelöscht.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2005-09-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2007-09-01

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61966-9:2003 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Bedingungen.....	6
4.1 Umgebungsbedingungen	6
4.2 Messbedingungen	6
5 Messgeräte	8
5.1 Spektrale Lichtquelle	8
5.2 Farbtemperatur-Konversionsfilter	8
5.3 Schwarzer Körper.....	8
5.4 Prüfvorlagen	9
5.5 Strahldichte-Messgerät.....	11
5.6 Spektroradiometer	12
5.7 Leuchtdichte-Messgerät	12
6 Tonwertkurven	12
6.1 Zu messende Eigenschaft.....	12
6.2 Messbedingungen	12
6.3 Messverfahren	13
6.4 Darstellung der Ergebnisse	13
7 Spektrale Empfindlichkeitskurven	15
7.1 Zu messende Eigenschaft.....	15
7.2 Messbedingungen	15
7.3 Messverfahren	15
7.4 Darstellung der Ergebnisse	16
8 Spektrale Verteilung des eingebauten elektronischen Blitzgerätes	17
8.1 Zu messende Eigenschaften	17
8.2 Messbedingungen	17
8.3 Messverfahren	17
8.4 Darstellung der Ergebnisse	18
9 Räumliche Ungleichmäßigkeit.....	18
9.1 Zu messende Eigenschaft.....	18
9.2 Messbedingungen	18
9.3 Messverfahren	18
9.4 Darstellung der Ergebnisse	19
Anhang A (normativ) Buchstaben und Symbole.....	20
Anhang B (informativ) Verfahren zur Berechnung der inversen Funktion.....	21

	Seite
Anhang C (informativ) Anwendungsbeispiel der angegebenen Ergebnisse für das Farbmanagement.....	22
Anhang D (normativ) Verfahren zur Kompensation der spektralen Empfindlichkeitskurven am Nullpunkt.....	25
Anhang E (informativ) Automatisiertes Gewinnen von Daten vom Bild der Prüfvorlage.....	26
Literaturhinweise.....	28
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen.....	29
Bilder	
Bild 1 – Anordnung der Geräte für die Messungen.....	7
Bild 2 – Schwarzer Körper.....	9
Bild 3 – Prüfvorlage 1.....	10
Bild 4 – Prüfvorlage 2 mit auswechselbarem Graumuster <i>i</i>	10
Bild 5 – Prüfvorlage 3.....	11
Bild 6 – Beispiel für die Darstellung der Tonwertkurven (ähnlichste Farbtemperatur 5 500 K).....	14
Bild 7 – Beispiel für die Kurven der spektralen Empfindlichkeit (ähnlichste Farbtemperatur 5 500 K).....	17
Bild 8 – Beispiel für die Kurve der spektralen Verteilung des eingebauten elektronischen Blitzgerätes.....	18
Bild 9 – Anordnung der Geräte für die Messung der räumlichen Ungleichmäßigkeit.....	19
Bild C.1 – Beispiel für die spektrale Empfindlichkeit, nach Farbsteuerung, um die idealen scRGB-Kurven anzunähern, die als unterbrochene Kurven gezeichnet sind.....	24
Bild E.1 – Beispiel zum Vergleichen des Bereiches eines typischen optischen Suchers und des entsprechenden bildempfindlichen Bereiches (äußeres Rechteck).....	26
Bild E.2 – Prüfvorlage mit erweiterten Orientierungsmarken.....	26
Tabellen	
Tabelle 1 – Reflexionsgrad (Nennwerte) des Graustufenkeils und der Graumuster.....	11
Tabelle 2 – Beispiel für Tonwertkurven (ähnlichste Farbtemperatur: 5 500 K).....	14
Tabelle 3 – Beispiel für die Angabe der räumlichen Ungleichmäßigkeit.....	19

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 61966 betrifft die Beurteilung der Farbwiedergabe von digitalen Kameras, die in offenen Computersystemen und ähnlichen Anwendungen eingesetzt werden.

Eine Reihe von Verfahren und Parametern für Farbmessung und Farbmanagement in Multimediasystemen und -geräten ist für die Beurteilung der Farbwiedergabe anwendbar.

Diese Norm behandelt digitale Kameras zum Aufnehmen farbiger Stand- und Laufbilder für Multimediaanwendungen.

Die in diesem Teil genormten Messverfahren ermöglichen eine objektive Leistungsbeurteilung und Beschreibung der Farbwiedergabe digitaler Kameras, die farbige Steh- und Laufbilder aufnehmen und die digitale Bilddaten des roten, grünen und blauen Kanals ausgeben. Die Messergebnisse sind dazu bestimmt, beim Farbmanagement in Multimediasystemen, typischerweise im Internet, benutzt zu werden.

Diese Norm definiert die Prüfvorlagen, Messbedingungen und Messverfahren, die das Farbmanagement in offenen Multimediasystemen und umfassende Vergleiche der Messergebnisse für eine Beurteilung der digitalen Kameras ermöglichen.

Die Farbsteuerung innerhalb digitaler Kameras liegt nicht im Anwendungsbereich dieser Norm. Für die verschiedenen Parameter werden keine Grenzwerte festgelegt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60050-845:1987, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 845: Lighting*.

IEC 61146-1:1994, *Video cameras (PAL/SECAM/NTSC) – Methods of measurement – Part 1: Non-broadcast single-sensor cameras*.

IEC 61966-2-1:1999, *Multimedia systems and equipment – Colour measurement and management – Part 2-1: Colour management – Default RGB colour space – sRGB*.

ISO 2813:1994, *Paints and varnishes – Determination of specular gloss of non-metallic paint films at 20 degrees, 60 degrees and 85 degrees*.

ISO/CIE 10527:1991, *CIE standard colorimetric observers*.

CIE 17.4:1987, *International lighting vocabulary*.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60050-845 und CIE 17.4 sowie die folgenden Begriffe.

3.1

Farbsteuerung

Umwandlung von geräteabhängigen Farbdaten in geräteunabhängige Daten für einen bestimmtem Farbraum einschließlich der Tonwertkurven

3.2

digitale Kamera

Gerät zum Erzeugen elektronischer Bilder, das farbige Stand- und Laufbilder aufnehmen und digitale Bilddaten für den roten, grünen und blauen Kanal entweder selbständig oder unter Verwendung eingebauter Farbsteuersoftware ausgeben kann

4 Bedingungen

4.1 Umgebungsbedingungen

Alle in dieser Norm angegebenen Messungen müssen in einem dunklen Raum durchgeführt werden.

Die Stromversorgung für eine zu prüfende digitale Kamera muss über einen Netzadapter oder aus den vom Hersteller empfohlenen Batterien erfolgen.

Die an den Netzadapter angelegte Netzspannung und die Netzfrequenz müssen den vom Hersteller der digitalen Kamera angegebenen Nennwerten entsprechen. Wenn die Netzspannung schwankt, muss durch eine Stabilisierung die Spannungsschwankung auf $\pm 5\%$ vom Bemessungswert beschränkt werden.

Weitere Umgebungsbedingungen wie die Temperatur und die relative Luftfeuchte müssen zusammen mit den Messergebnissen angegeben werden.

Bei zusätzlichen, in diesem Abschnitt nicht festgelegten Umgebungsbedingungen müssen die Angaben des Herstellers der digitalen Kamera berücksichtigt werden.

4.2 Messbedingungen

4.2.1 Messanordnung

Soweit nicht anders festgelegt, muss ein aufzunehmendes Objekt (siehe Bild 1) eine Prüfvorlage mit dem schwarzen Körper sein. Die Festlegungen für die Öffnung in der Mitte der Prüfvorlage werden in Bild 3 angegeben. Es müssen entsprechende Positionen gewählt werden, um unnötige Reflexionen am Diffusor zu vermeiden.

ANMERKUNG Unter der Voraussetzung, dass die geforderten Festlegungen eingehalten werden, darf die aus Lampe, Blende, Monochromator, Lichtleiter und Diffusor bestehende spektrale Lichtquelle anders konfiguriert werden.

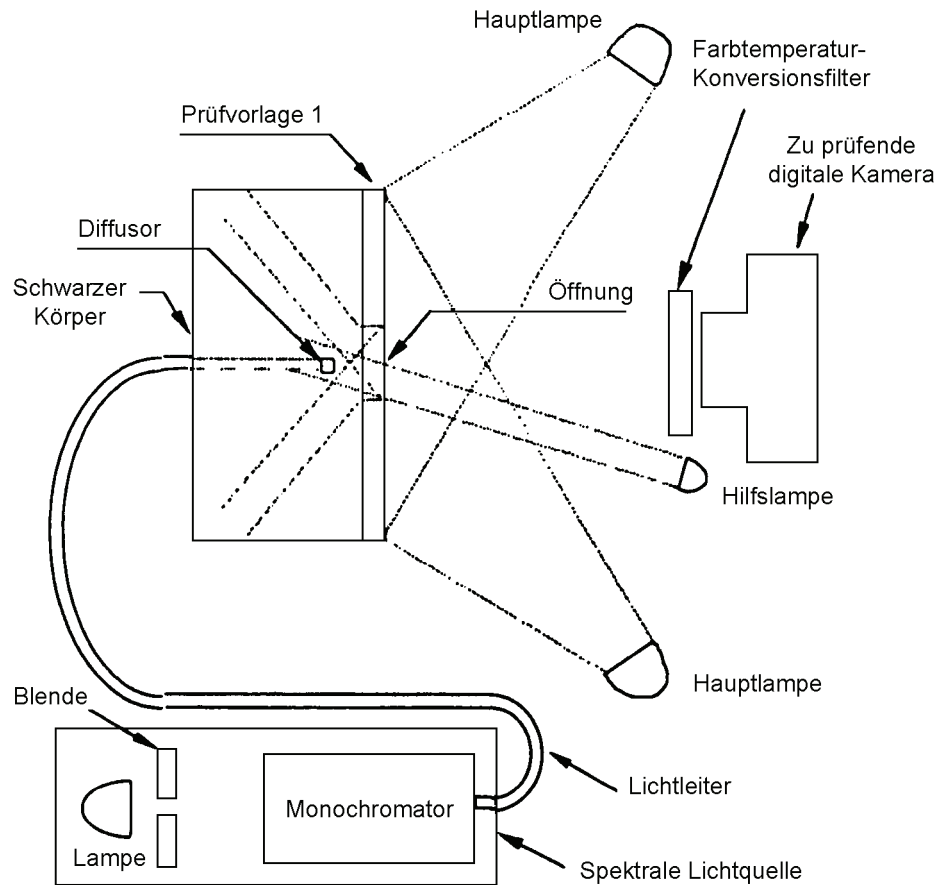


Bild 1 – Anordnung der Geräte für die Messungen

4.2.2 Beleuchtung

Die Beleuchtung der Prüfvorlage muss, abhängig von den zu messenden Eigenschaften, durch zwei oder vier Hauptlampen erfolgen. Das Licht der Hauptlampen muss mit 45° zur Oberfläche der Prüfvorlage einfallen. Eine Hilfslampe zur Beleuchtung des Diffusors in Bild 1 wird nur für die in Abschnitt 7 angegebene Messung benutzt. Der Diffusor darf nicht direkt von den Hauptlampen beleuchtet werden. Die Hauptlampen und die Hilfslampe müssen Halogenlampen mit einer gut geregelten Stromversorgung sein.

Die ähnlichste Farbtemperatur der Lampen muss $3\,100\text{ K} \pm 100\text{ K}$ betragen, wie in IEC 61146-1 festgelegt. Die Ungleichmäßigkeit der Beleuchtung muss geringer als 5 % sein. Die mittlere Beleuchtung der Prüfvorlage muss $2\,000\text{ lx} \pm 100\text{ lx}$ betragen.

4.2.3 Aufnahmebedingungen

Die optische Achse der zu prüfenden digitalen Kamera muss mit der Senkrechten auf der Prüfvorlage zusammenfallen.

Wenn die zu prüfende digitale Kamera mit einem Zoom-Objektiv ausgestattet ist, muss, wenn nicht anders angegeben, der Abstand zwischen der Prüfvorlage und der zu prüfenden digitalen Kamera ungefähr 1,5 m betragen. Die Brennweite muss so eingestellt werden, dass die horizontalen und vertikalen Marken mit der Begrenzung des Bildbereiches übereinstimmen.

Wenn die zu prüfende digitale Kamera nicht mit einem Zoom-Objektiv ausgestattet ist, muss, wenn nicht anders angegeben, der Abstand zwischen der Prüfvorlage und der zu prüfenden Kamera so eingestellt werden, dass die horizontalen und vertikalen Marken mit der Begrenzung des Bildbereiches übereinstimmen.

4.2.4 Digitale Bilddaten

Die roten, grünen und blauen Daten, die für Berechnung und Beschreibung der zu prüfenden digitalen Kamera erforderlich sind, müssen abhängig von den nachstehend beschriebenen Fällen aufgenommen und aufgezeichnet werden:

- Wenn die roten, grünen und blauen digitalen Bilddaten direkt von der zu prüfenden digitalen Kamera geliefert werden können, müssen diese Werte aufgezeichnet werden.
- Wenn die roten, grünen und blauen digitalen Bilddaten nicht direkt von der zu prüfenden digitalen Kamera geliefert werden können, sollten sie durch die Treibersoftware des Herstellers errechnet werden.
- Wenn die roten, grünen und blauen digitalen Bilddaten in der zu messenden digitalen Kamera von einer unabhängigen Anwendersoftware berechnet werden, müssen der Name und die Version der Software zusammen mit den Werten angegeben werden.

5 Messgeräte

5.1 Spektrale Lichtquelle

Die spektrale Lichtquelle besteht, wie in Bild 1 dargestellt, aus einer Halogenlampe, die aus einer gut geregelten Gleichstromversorgung gespeist wird, einem Monochromator und einer Blende. Nachstehend die Spezifikationen der einzelnen Teile der Geräteanordnung:

- Ausgabe der spektralen Lichtquelle
 - Durchmesser des Diffusors: ungefähr $\frac{1}{45} h$
 - Strahldichte: mehr als $10 \text{ mW}/(\text{sr}\cdot\text{m}^2)$
 - Stabilität der Lichtausgabe: innerhalb $\pm 0,5 \%$

ANMERKUNG Zum Erhöhen der Gleichmäßigkeit darf eine integrierende Kugel eingebaut werden.

- Monochromator
 - Wellenlängenbereich: von 380 nm bis 780 nm (einschließlich)
 - spektrale Bandbreite: 5 nm (FWHM¹⁾), Dreieck
 - Wellenlängengenauigkeit: $\pm 0,5 \text{ nm}$
 - Streulicht: weniger als 10^{-4}

ANMERKUNG Höhere spektrale Ordnungen des Monochromators sollten entfernt werden.

5.2 Farbtemperatur-Konversionsfilter

Die Größe der Änderungen der reziproken ähnlichsten Farbtemperatur muss -140 MK^{-1} betragen, um $5 \text{ 500 K} \pm 300 \text{ K}$ zu erreichen.

5.3 Schwarzer Körper

Ein schwarzer Körper für Messungen sollte entsprechend Bild 2 aufgebaut sein. Der Reflexionsgrad innerhalb des schwarzen Körpers muss weniger als 2 % betragen. Die Genauigkeit der Abmessungen sollte innerhalb von $\pm \frac{1}{50} h$ liegen. Die geometrischen Festlegungen für die Öffnung, deren Lage mit „0“ bezeichnet wird, müssen Bild 3 entsprechen.

¹⁾ FWHM steht für „volle Breite, halbes Maximum“.

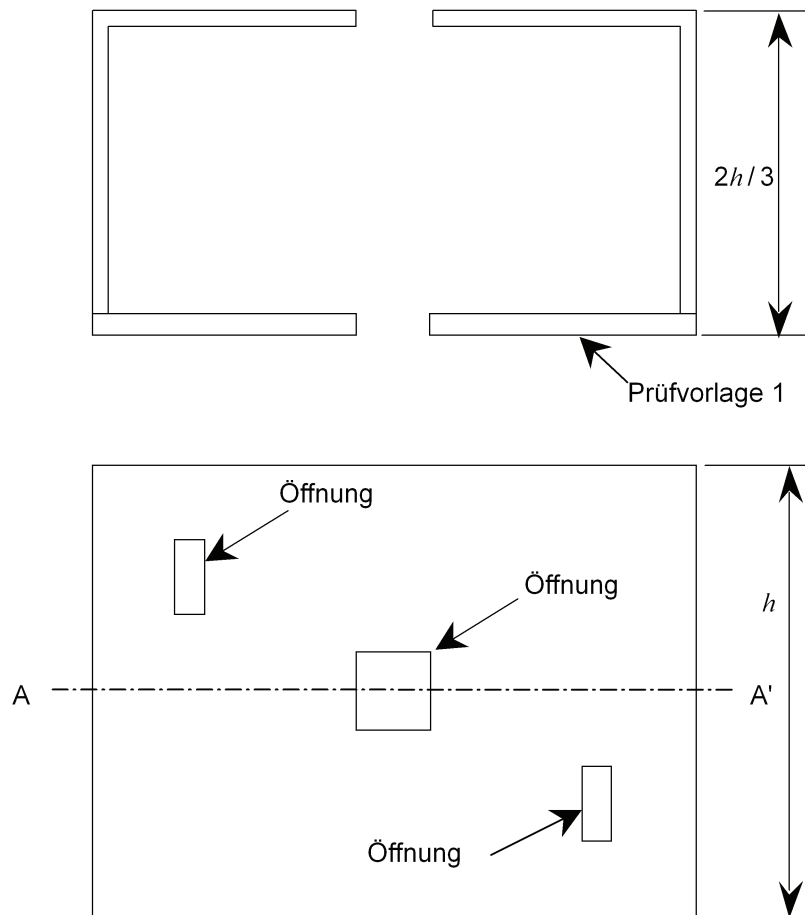


Bild 2 – Schwarzer Körper

5.4 Prüfvorlagen

- a) Spiegelnder Glanz nach ISO 2813 muss bei allen Prüfvorlagen unterhalb 60° weniger als 2,5 % betragen. Die geometrischen Festlegungen der Prüfvorlagen müssen den Bildern 3, 4 und 5 entsprechen.

Die Genauigkeit der Abmessungen sollte innerhalb $\pm \frac{1}{50} h$ liegen.

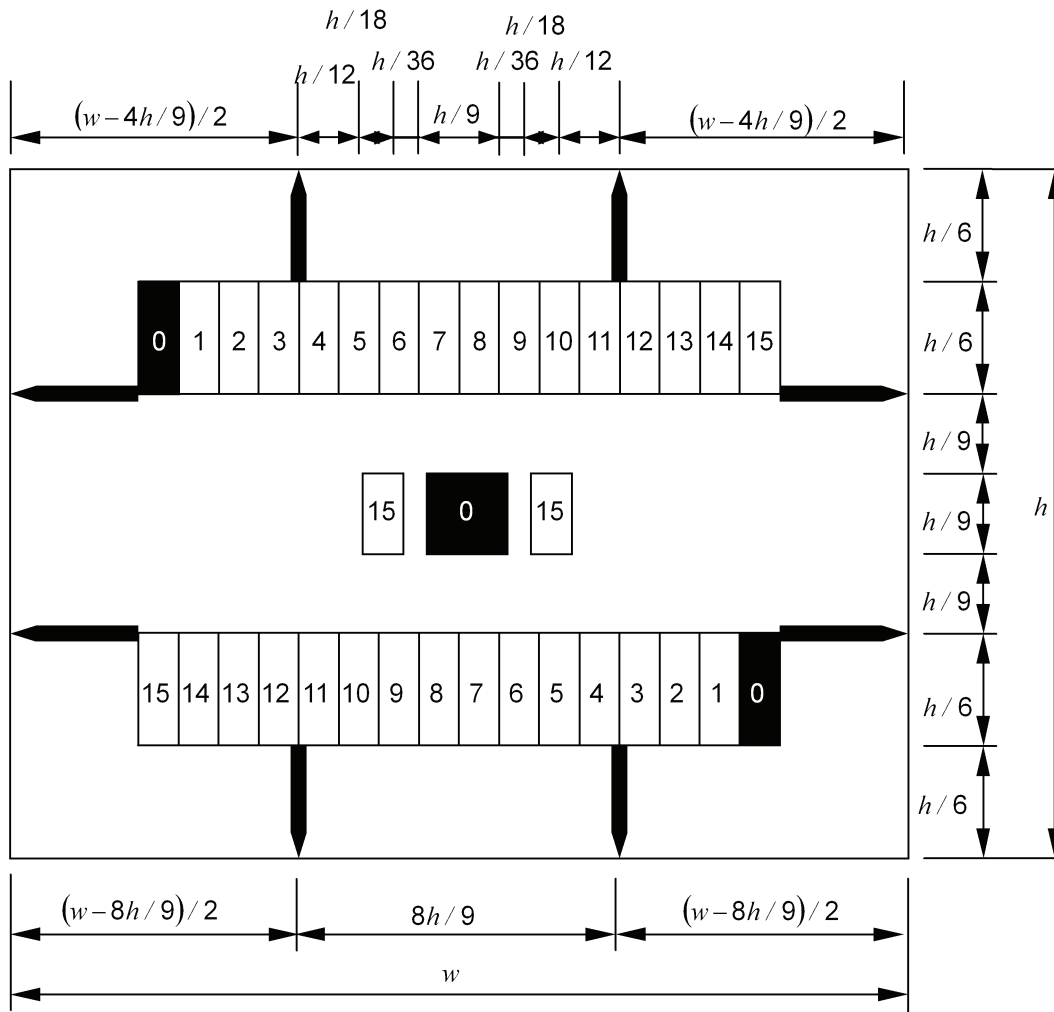


Bild 3 – Prüfvorlage 1

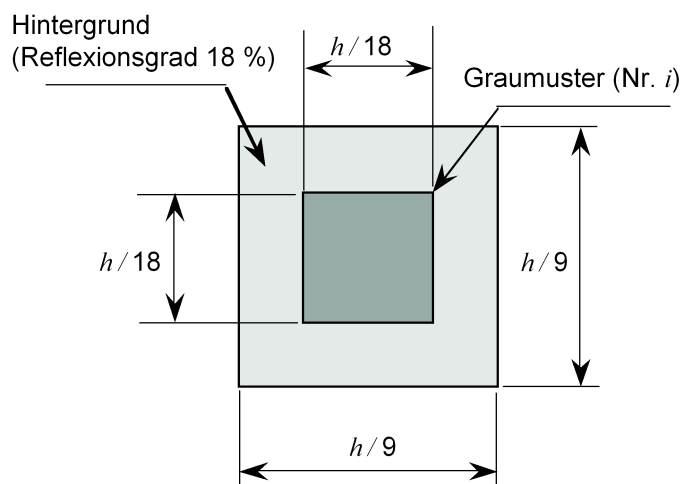


Bild 4 – Prüfvorlage 2 mit auswechselbarem Graumuster i

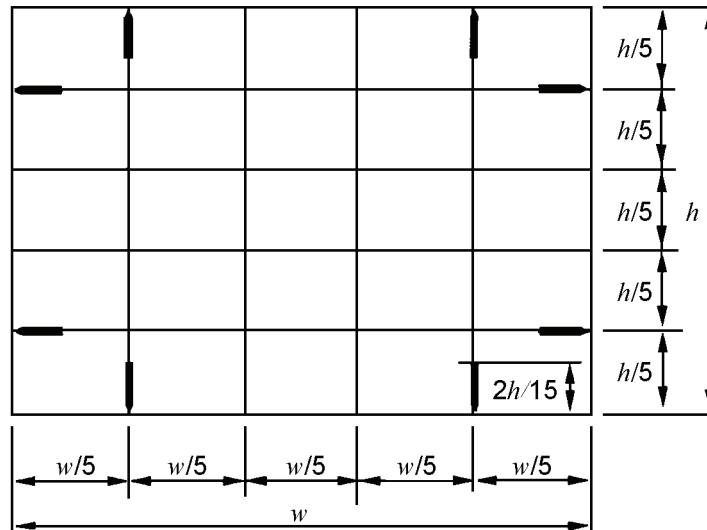


Bild 5 – Prüfvorlage 3

- b) Die Prüfvorlage 3 in Bild 5 muss eine weiße Vorlage mit einem Nenn-Reflexionsgrad von 88,1 % sein. Sie muss mit einem rechtwinkligen Gitternetz überdeckt sein. Die Bezeichnung der Position j in Bild 5 muss für die Mitte jedes Rechtecks mit $j = 1$ bis 25 von oben links nach unten rechts nummeriert werden.
- c) Die Reflexionsgrade der Graustufen in der Prüfvorlage 1 müssen den in Tabelle 1 angegebenen Werten entsprechen, wobei die mit „0“ bezeichneten Positionen Öffnungen sind.

Tabelle 1 – Reflexionsgrad (Nennwerte) des Graustufenkeils und der Graumuster

i	Reflexionsgrad (%)
0	0,0 (Öffnung)
1	2,0
2	4,0
3	6,0
4	8,0
5	10,3
6	14,7
7	19,8
8	25,8
9	32,5
10	39,9
11	48,1
12	57,0
13	66,6
14	77,0
15	88,1
Hintergrund	18,0

5.5 Strahldichte-Messgerät

Für die Messungen der Ausgabe der spektralen Lichtquelle sollte ein Strahldichte-Messgerät mit folgenden Spezifikationen benutzt werden.

- | | |
|-------------------------|---|
| a) Wellenlängenbereich | 380 nm bis 780 nm |
| b) Messbereich | von $1 \mu\text{W}/(\text{sr}\cdot\text{m}^2)$ bis $1 \text{ W}/(\text{sr}\cdot\text{m}^2)$ |
| c) relative Genauigkeit | $\pm 5 \%$ (von 380 nm bis 780 nm) |
| d) Linearität | $\pm 2 \%$ |
| e) Messauflösung | weniger als 0,5 % |

ANMERKUNG 1 Die Strahldichte kann in einem bekannten Abstand von der Quelle mit einem Messgerät für die Bestrahlungsstärke gemessen werden. Für die Messung der Strahldichte kann auch ein Spektroradiometer in der Anordnung zur Messung der Strahldichte verwendet werden.

ANMERKUNG 2 Ist bei den nach Abschnitt 7 angegebenen Ergebnissen ein Wellenlängenbereich über die Spezifikationen nach a) hinaus erforderlich, sollte der Wellenlängenbereich von 360 nm bis zu einer Wellenlänge reichen, bei der die Kurve um weniger als 5 % von ihrem Maximum abgefallen ist.

5.6 Spektroradiometer

Für Messungen eines eingebauten elektronischen Blitzgerätes nach Abschnitt 8 muss ein Spektroradiometer mit den folgenden Spezifikationen verwendet werden.

- | | |
|------------------------------|--|
| a) Wellenlängenbereich | 380 nm bis 780 nm |
| b) Blickfeld | zwischen 0,1° und 2,0° |
| c) Wellenlängen-Unsicherheit | weniger als 0,5 nm über den Wellenlängenbereich |
| d) Abtastintervall | 5 nm oder weniger |
| e) Bandpass | 5 nm oder weniger |
| f) Wiederholbarkeit | weniger als 0,5 % der Strahldichte bei jeder Wellenlänge |

ANMERKUNG 1 Für Messungen an Blitzgeräten ist eine zeitliche Integration erforderlich.

ANMERKUNG 2 Ist bei den nach Abschnitt 8 angegebenen Ergebnissen ein Wellenlängenbereich über die Spezifikationen nach a) hinaus erforderlich, sollte der Wellenlängenbereich von 360 nm bis zu einer Wellenlänge reichen, bei der die Kurve um weniger als 5 % von ihrem Maximum abgefallen ist.

ANMERKUNG 3 Mit einer optischen Normquelle bekannter spektraler Leistungsverteilung sollte periodisch eine Kalibrierung vorgenommen werden.

ANMERKUNG 4 Weitere technische Einzelheiten über Konstruktion, Kennzeichnung und Kalibrierung von Spektroradiometern werden in CIE 63 [7], CIE 105 [8] und JIS Z 8724 [3]² angegeben.

5.7 Leuchtdichte-Messgerät

Das Leuchtdichte-Messgerät sollte für die Messung der Leuchtdichte in Abschnitt 7 die folgenden Spezifikationen haben. Es kann auch ein Farbmessgerät mit einer Leuchtdichteangabe in Y benutzt werden.

- | | |
|------------------------------|--|
| a) Blickfeld | jeder Wert zwischen 0,1° und 2,0° |
| b) spektrale Empfindlichkeit | kompatibel mit der in ISO/CIE 10527 definierten CIE-2°-Farbabgleichfunktion $\bar{y}(\lambda)$ |
| c) Wiederholbarkeit | weniger als 0,5 % |

6 Tonwertkurven

6.1 Zu messende Eigenschaft

Die Beziehung zwischen der Leuchtdichte des erfassten Objektes und den digitalen Bilddaten in der Mitte des Bildes muss gemessen werden.

6.2 Messbedingungen

Die Anordnung der Geräte sollte Bild 1 entsprechen. Der Lichtleiter muss abgenommen und die Öffnung an der Rückseite des schwarzen Körpers mit einem Deckel mit gleichartigem Anstrich wie dem der Innenseite des schwarzen Körpers verschlossen werden. Die Hilfslampe muss ausgeschaltet werden.

² Zahlenwerte in eckigen Klammern beziehen sich auf die Literaturhinweise.

Es müssen zwei getrennte Messungen, eine mit Konversionsfilter vor dem Objektiv für 5 500 K und eine ohne Konversionsfilter für 3 100 K, durchgeführt werden.

ANMERKUNG Bei entsprechendem Bedarf dürfen zusätzliche ähnlichste Farbtemperaturen eingestellt werden.

6.3 Messverfahren

- a) Die Prüfvorlage 2 mit dem Graumuster i muss für $i = 0$ bis 15 aufeinander folgend in die Öffnung auf der Vorderseite in der Mitte der Prüfvorlage 1 eingesetzt werden. Der Reflexionsgrad des Graumusters muss den Werten in Tabelle 1 entsprechen.

ANMERKUNG Das Graumuster für $i = 0$ ist die Öffnung ohne Graumuster.

- b) Die Leuchtdichte L_i des Graumusters i muss mit einem Leuchtdichtemesser gemessen werden, und die Prüfvorlage 1 muss mit der zu prüfenden digitalen Kamera aufgenommen werden.
- c) Die Mittelwerte D'_{R_i} , D'_{G_i} und D'_{B_i} der roten, grünen und blauen digitalen Bilddaten, die dem in der Mitte montierten Graumuster entsprechen, müssen aufgezeichnet werden.
- d) Die Mittelwerte $E_{i_j}^R$, $E_{i_j}^G$ und $E_{i_j}^B$, die den Stufen j des oberen Graustufenkeils mit dem in der Mitte eingesetzten Graumustern i entsprechen, müssen auch für die roten, grünen bzw. blauen Bilddaten notiert werden.

6.4 Darstellung der Ergebnisse

- a) Die aufgezeichneten Daten müssen unter Verwendung der Daten für die Graustufen wie folgt kompensiert werden, um eine selbständige Belichtungssteuerung oder Fehler eines mechanischen Verschlusses der zu prüfenden digitalen Kamera auszuschalten:

$$D_{R_i} = \frac{1}{2^n - 1} \left(\frac{E_{8^{j+1}}^R - E_{8^j}^R}{E_{i_{j+1}}^R - E_{i_j}^R} (D'_{R_i} - E_{i_j}^R) + E_{8^j}^R \right) \times 100 (\%) \quad (1)$$

Dabei ist:

- j der Index der Stufennummer vom Graustufenkeil, bei der die Ungleichung $E_{i_j}^R < D'_{R_i} < E_{i_{j+1}}^R$ gültig ist;
- n die Anzahl der Bits in jedem Kanal.

Um für den grünen bzw. den blauen Kanal D_{G_i} bzw. D_{B_i} zu erhalten, muss mit D'_{G_i} und D'_{B_i} eine gleichartige Kompensation durchgeführt werden.

- b) Die gemessenen und errechneten Daten L_i , D_{R_i} , D_{G_i} , D_{B_i} für $i = 0$ bis $i = 15$ müssen, wie in Tabelle 2 gezeigt, zusammen mit der effektiven ähnlichsten Farbtemperatur der Beleuchtung angegeben werden.
- c) Die Ergebnisse müssen wie in Bild 6 gezeigt auch graphisch dargestellt werden. Dabei sind auf der horizontalen Achse die Leuchtdichte L_i und auf der vertikalen Achse D_{R_i} , D_{G_i} und D_{B_i} aufgetragen. Die ähnlichste Farbtemperatur muss auch angegeben werden.

Tabelle 2 – Beispiel für Tonwertkurven
(ähnlichste Farbtemperatur: 5 500 K)

i	L cd/m ²	D_R %	D_G %	D_B %
0	1,37	0,00	0,00	0,00
1	5,17	3,83	4,00	3,94
2	8,57	9,45	9,34	9,31
3	12,3	16,4	16,7	16,5
4	15,9	21,6	21,6	21,5
5	20,5	27,3	27,2	27,2
6	27,9	36,0	36,1	36,1
7	37,5	45,3	45,5	45,2
8	49,2	55,2	55,5	55,2
9	60,8	63,6	63,7	63,4
10	75,1	72,4	72,3	72,2
11	91,4	79,9	80,0	79,7
12	107,2	85,5	85,5	85,2
13	123,1	89,8	89,5	89,6
14	143,3	94,0	94,0	93,9
15	164,5	95,8	96,8	96,8

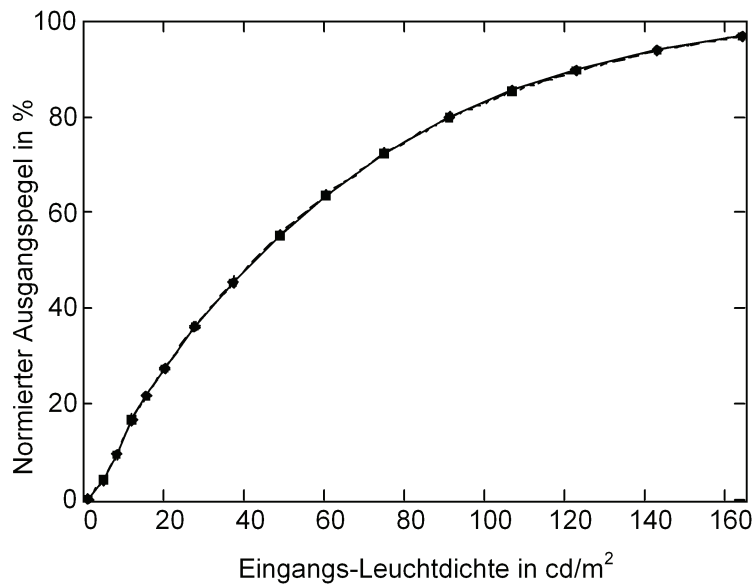


Bild 6 – Beispiel für die Darstellung der Tonwertkurven
(ähnlichste Farbtemperatur 5 500 K)

7 Spektrale Empfindlichkeitskurven

7.1 Zu messende Eigenschaft

Beziehung zwischen Wellenlänge λ von monochromatisch einfallendem Licht und den roten, grünen und blauen digitalen Bilddaten, die die digitale Kamera liefert.

7.2 Messbedingungen

- a) Die Anordnung der Geräte sollte Bild 1 entsprechen. Der an die spektrale Lichtquelle angeschlossene Lichtwellenleiter muss von der Rückseite in den schwarzen Körper eingesetzt werden. Alle Messungen und Aufnahmen mit der digitalen Kamera müssen, wenn anwendbar, durch das Konversionsfilter für die ähnlichste Farbtemperatur durchgeführt werden.

ANMERKUNG 1 Die Beleuchtung mit der ähnlichsten Farbtemperatur 3 100 K wird üblicherweise ohne das Konversionsfilter für die ähnlichste Farbtemperatur vor dem Objektiv erreicht.

ANMERKUNG 2 Bei Bedarf dürfen zusätzliche ähnlichste Farbtemperaturen eingestellt werden.

- b) Die Lichtstärke der Hilfslampe muss bei geschlossener Blende vor dem Monochromator so eingestellt werden, dass die digitalen Bilddaten des Diffusors ungefähr 20 % des vollen Datenbereiches der digitalen Kamera betragen. Wenn bei der Datenverarbeitung in 7.4, c) dies nicht erreicht wird, sollte der Wert von 20 % erhöht werden.

ANMERKUNG Die geringere Stärke der Hilfslampe ist für die Messgenauigkeit besser.

- c) Die an der Vorderseite des Monochromators angebrachte Blende muss einmal so eingestellt werden, dass die maximalen Daten des roten, grünen und blauen Kanals unter der Bedingung, dass die Hilfslampe in Bild 1 eingeschaltet ist, zwischen 70 % und 80 % der Vollaussteuerung liegen. Nach dieser Einstellung muss sie unverändert bleiben.

7.3 Messverfahren

- a) Die Messung muss für beide Beleuchtungen mit den effektiven ähnlichsten Farbtemperaturen von 5 500 K und 3 100 K durchgeführt werden.
- b) Die Strahldichte $L(\lambda_i)$ von der spektralen Lichtquelle muss am Diffusor mit einem Strahldichtemesser bei ausgeschalteter Hilfslampe gemessen werden. Wenn die Messung für 5 500 K durchgeführt wird, muss das Konversionsfilter zwischen Diffusor und dem Strahldichtemesser eingesetzt werden.
- c) Die Hilfslampe muss dann eingeschaltet und die Blende vor dem Monochromator muss geschlossen werden. Die dem Diffusor zugehörigen digitalen Bilddaten müssen „Bildpunkt für Bildpunkt“ als drei Datensätze D''_{R_0} , D''_{G_0} und D''_{B_0} entsprechend für den roten, grünen bzw. blauen Kanal aufgezeichnet werden.
- d) Die Prüfvorlage 1, in der der mittlere Teil durch die spektrale Lichtquelle von hinten und durch die Hilfslampe von vorne beleuchtet wird, muss durch die zu prüfende Kamera bei jeder Wellenlänge λ_i für $i = 1$ bis 81 entsprechend den Wellenlängen von 380 nm bis 780 nm mit einem Intervall von 5 nm aufgenommen werden.
- e) Die „Bildpunkt für Bildpunkt“-Ausgangsdaten, die dem Diffusor entsprechen, müssen für den roten, grünen bzw. blauen Kanal als $D''_R(\lambda_i)$, $D''_G(\lambda_i)$ und $D''_B(\lambda_i)$ aufgezeichnet werden.
- f) Die Mittelwerte $F_{i_j}^R$, $F_{i_j}^G$ und $F_{i_j}^B$, die der Stufe j des oberen Graustufenkeils mit der monochromatischen Strahlung bei der Wellenlänge λ_i in der Mitte der Prüfvorlage 1 entsprechen, müssen auch für die roten, grünen bzw. blauen Bilddaten für $j = 0$ bis 15 notiert werden.
- g) Die Hilfslampe muss ausgeschaltet und die Prüfvorlage 2 mit dem Graufeld 8 muss in die vordere Öffnung in der Mitte der Prüfvorlage 1 eingesetzt werden. Die Kurven der spektralen Verteilung $L_\beta(\lambda_i)$ sind mit einem Spektroradiometer zu messen, wobei $i = 1$ bis 81 dem Wellenbereich von 380 nm bis 780 nm in Intervallen von 5 nm entspricht.

ANMERKUNG Ist bei den nach 7.4 angegebenen Ergebnissen ein Wellenlängenbereich über die Spezifikation hinaus erforderlich, sollte er von 360 nm bis zu einer Wellenlänge benutzt werden, bei der die Kurve um weniger als 5 % abfällt.

7.4 Darstellung der Ergebnisse

- a) Die aufgezeichneten „Bildpunkt für Bildpunkt“-Daten $D''_R(\lambda_i)$ müssen wie folgt kompensiert werden, um jede selbständige Belichtungssteuerung oder durch einen mechanischen Verschluss verursachte Fehler der zu prüfenden digitalen Kamera auszuschalten:

$$D'_R(\lambda_i) = \frac{E_{8j+1}^R - E_{8j}^R}{F_{i,j+1}^R - F_{ij}^R} (D''_R(\lambda_i) - F_{ij}^R) + E_{8j}^R \quad (2)$$

Dabei ist der Index j die Nummer der Graustufe der Graustufenleiter, in der die Ungleichung $F_{ij}^R < D''(\lambda_i) < F_{i,j+1}^R$ gilt.

Um entsprechend für den grünen und blauen Kanal die Werte $D''_G(\lambda_i)$ bzw. $D''_B(\lambda_i)$ zu erhalten, muss für $D'_G(\lambda_i)$ und $D'_B(\lambda_i)$ eine gleichartige Kompensation durchgeführt werden.

- b) Die digitalen „Bildpunkt für Bildpunkt“-Bilddaten D' müssen unter Verwendung der in 6.4 angegebenen Ergebnisse für die Tonwertkurven linearisiert und über den mittleren Teil des digitalen Bildes gemittelt werden, der der monochromatischen Strahlung mit der Wellenlänge λ_i entspricht, um $L_R(\lambda_i)$, $L_G(\lambda_i)$ und $L_B(\lambda_i)$ wie folgt zu erhalten:

$$\begin{aligned} L_R(\lambda_i) &= \frac{f_R^{-1}(D'_R(\lambda_i)) - f_R^{-1}(D'_{R_0})}{f_G^{-1}(D'_G(\lambda_i)) - f_G^{-1}(D'_{G_0})} \\ L_G(\lambda_i) &= \frac{f_G^{-1}(D'_G(\lambda_i)) - f_G^{-1}(D'_{G_0})}{f_B^{-1}(D'_B(\lambda_i)) - f_B^{-1}(D'_{B_0})} \\ L_B(\lambda_i) &= \frac{f_B^{-1}(D'_B(\lambda_i)) - f_B^{-1}(D'_{B_0})}{f_B^{-1}(D'_B(\lambda_i)) - f_B^{-1}(D'_{B_0})} \end{aligned} \quad (3)$$

Dabei sind $f_R^{-1}()$, $f_G^{-1}()$ und $f_B^{-1}()$ die inversen Beziehungen der Tonwertkurven des roten, grünen bzw. blauen Kanals.

ANMERKUNG Für praktische Berechnungen der inversen Beziehung siehe Anhang B.

- c) Um die Strahldichte der spektralen Lichtquelle $L(\lambda_i)$ zu berücksichtigen, müssen $R_C(\lambda_i)$, $G_C(\lambda_i)$ und $B_C(\lambda_i)$ nach folgenden Gleichungen berechnet werden:

$$\begin{aligned} R_C(\lambda_i) &= p_R \frac{L_R(\lambda_i)}{L(\lambda_i)} \\ G_C(\lambda_i) &= p_G \frac{L_G(\lambda_i)}{L(\lambda_i)} \\ B_C(\lambda_i) &= p_B \frac{L_B(\lambda_i)}{L(\lambda_i)} \end{aligned} \quad (4)$$

Dabei sind p_R , p_G und p_B Koeffizienten, mit denen die Werte der Farbkoordinaten auf den Unbuntpunkt in den Koordinaten abgeglichen werden. Für die Bestimmung der Koeffizienten siehe Anhang D.

- d) Die Kennlinien der spektralen Empfindlichkeit $R_C(\lambda_i)$, $G_C(\lambda_i)$ und $B_C(\lambda_i)$ müssen in elektronischer Form zusammen mit der effektiven ähnlichsten Farbtemperatur angegeben werden.
- e) Sie müssen auch wie in Bild 7 gezeigt als Kurven dargestellt und zusammen mit der ähnlichsten Farbtemperatur angegeben werden.

ANMERKUNG Die empfohlene Anwendung der angegebenen Ergebnisse für Farbmanagement wird in Anhang C beschrieben.

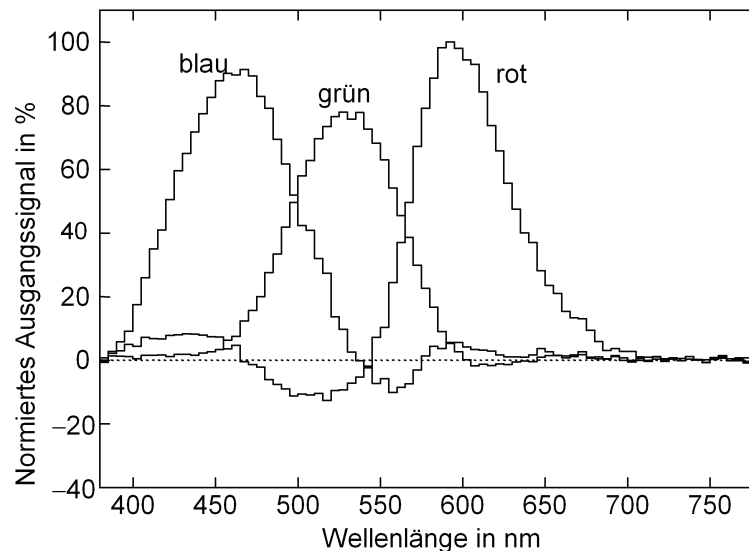


Bild 7 – Beispiel für die Kurven der spektralen Empfindlichkeit
(ähnlichste Farbtemperatur 5 500 K)

ANMERKUNG Ein alternatives Verfahren, das auf digitalen Bilddaten basiert, die durch Belichten einer Reihe von Farbmustern mit bekanntem spektralem Reflexionsgrad gewonnen wurden, kann verwendet werden, um die spektrale Empfindlichkeit zu schätzen. Einzelheiten werden in EN 61966-8 angegeben.

8 Spektrale Verteilung des eingebauten elektronischen Blitzgerätes

8.1 Zu messende Eigenschaften

Spektrale Kurven des Lichtes, das von der Lichtquelle abgestrahlt wird, die in der digitalen Kamera eingebaut ist und zur Beleuchtung des aufzunehmenden Objektes dient.

8.2 Messbedingungen

Die Anordnung der Messgeräte sollte Bild 1 entsprechen. Die Prüfvorlage 2 mit dem Graumuster 15 muss in die Öffnung in der Mitte der Prüfvorlage 1 eingesetzt werden.

8.3 Messverfahren

- Die Kurve des spektralen Reflexionsgrades $W(\lambda)$ in der Mitte des Graumusters 15 auf der Prüfvorlage 2 muss bekannt sein.
- Die Kurve der spektralen Verteilung $L_W(\lambda)$ in der Mitte des durch das eingebaute Blitzgerät beleuchteten Graumusters muss mit einem Spektorradiometer gemessen werden.
- Die Kurve der spektralen Abstrahlung $L_S(\lambda)$ des eingebauten Blitzgerätes muss nach folgender Gleichung berechnet werden:

$$L_S(\lambda) = k \frac{L_W(\lambda)}{W(\lambda)} \quad (5)$$

Dabei ist k ein frei wählbarer Normierungsfaktor für den Maximalwert von $L_S(\lambda)$ für 100 %.

ANMERKUNG 1 Die spektrale Verteilung des eingebauten elektronischen Blitzgerätes kann mit einem Spektorradiometer in der Anordnung zur Messung der Bestrahlungsstärke direkt gemessen werden.

ANMERKUNG 2 Ein Hilfs-Blitzgerät oder eine Lampe, die nicht eingebaut sind, können nach dem in diesem Abschnitt angegebenen Verfahren gemessen werden.

8.4 Darstellung der Ergebnisse

- Die spektralen Eigenschaften des eingebauten Blitzgerätes $L_S(\lambda)$ müssen in elektronischer Form angegeben werden.
- Die Eigenschaften $L_S(\lambda)$ müssen wie in Bild 8 als Beispiel gezeigt als Kurve dargestellt werden.
- Die in 5.5 von CIE 15.2 definierte ähnlichste Farbtemperatur für das eingebaute Blitzgerät muss auch berechnet und zusammen mit der Abweichung Δ_{uv} in Kelvin angegeben werden.

ANMERKUNG Für das eigentliche Verfahren zur Berechnung der ähnlichsten Farbtemperatur wird auf [6] verwiesen.

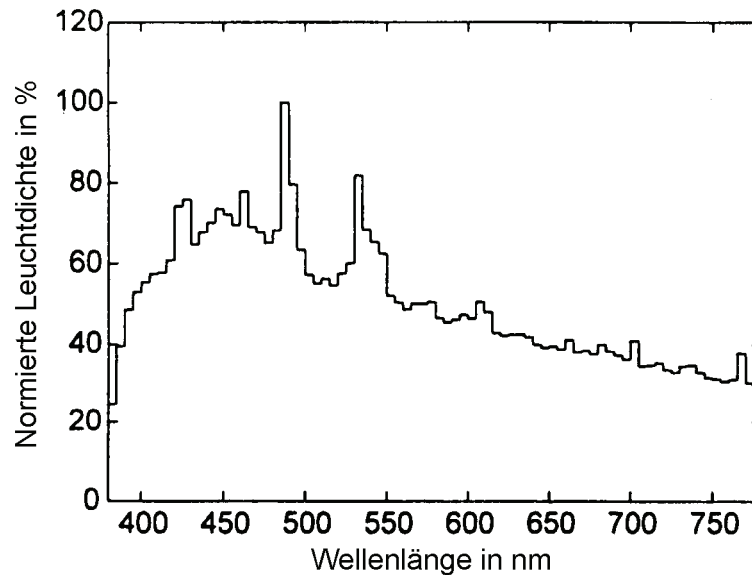


Bild 8 – Beispiel für die Kurve der spektralen Verteilung des eingebauten elektronischen Blitzgerätes

9 Räumliche Ungleichmäßigkeit

9.1 Zu messende Eigenschaft

Ungleichmäßigkeit der erfassten digitalen Bilddaten bei Aufnahme der gleichmäßig beleuchteten weißen Vorlage.

9.2 Messbedingungen

Die Anordnung der Geräte muss Bild 9 entsprechen. Die Beleuchtung muss dieselbe sein wie in 4.2.2 angegeben, mit dem Farbtemperatur-Konversionsfilter von -140 MK^{-1} , um eine effektive ähnlichste Farbtemperatur von 5 500 K zu erreichen.

9.3 Messverfahren

- Die Prüfvorlage 3 in Bild 5 muss mit der zu prüfenden digitalen Kamera aufgenommen werden.
- Die Mittelwerte $D_{R_j}, D_{G_j}, D_{B_j}$ der roten, grünen und blauen digitalen Bilddaten für $P_v/100 \times P_v/100$ Bildelemente, um die Position j , wie in 5.4 b) angegeben, müssen für $j = 1$ bis 25 aufgezeichnet werden, dabei ist P_v die Anzahl der Bildelemente in vertikaler Richtung.

ANMERKUNG Sind weitere genaue Messungen erforderlich, kann die Leuchtdichte in cd/m^2 in der Mitte jedes Punktes gemessen werden, und die unter b) erhaltenen Werte können kompensiert werden.

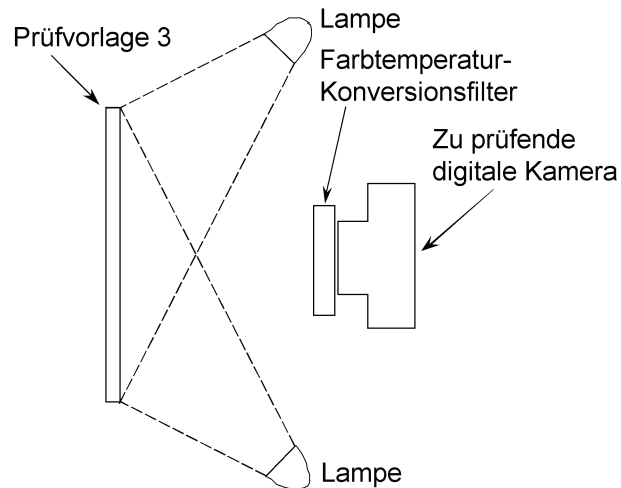


Bild 9 – Anordnung der Geräte für die Messung der räumlichen Ungleichmäßigkeit

9.4 Darstellung der Ergebnisse

- a) Die R -, G - und B -Daten müssen, entsprechend EN 61966-2-1, 3.2, in die Farbwerte X , Y und Z konvertiert werden.
- b) Als Index für die Ungleichmäßigkeit sind die berechneten Ergebnisse $\Delta u'$, $\Delta v'$, $\Delta u'v'$, ΔL^* und ΔC_{ab}^* für $i = 1$ bis 25, wie in Tabelle 3 gezeigt, als Tabelle anzugeben.

Tabelle 3 – Beispiel für die Angabe der räumlichen Ungleichmäßigkeit

j	D_R %	D_G %	D_B %	$\Delta u' \times 10^3$	$\Delta v' \times 10^3$	$\Delta u'v' \times 10^3$	ΔL^*	ΔC_{ab}^*
1	52,2	47,8	46,3	1,95	-1,78	2,64	-5,41	2,10
2	55,9	52,4	49,4	0,91	-0,29	0,95	-2,80	0,71
3	56,6	53,6	50,3	0,42	-0,10	0,43	-2,17	0,32
4	55,6	52,6	49,4	0,46	-0,14	0,48	-2,75	0,37
5	51,1	47,9	45,6	0,86	-0,91	1,25	-5,55	1,06
6	55,3	51,6	49,0	1,10	-0,71	1,31	-3,23	1,04
7	57,6	55,0	51,2	0,04	0,33	0,33	-1,43	0,18
8	59,1	56,2	52,6	0,22	0,02	0,22	-0,70	0,14
9	57,7	55,3	51,6	-0,16	0,14	0,21	-1,28	0,16
10	54,1	51,2	47,8	0,47	0,23	0,53	-3,61	0,24
11	56,7	53,4	50,1	0,69	-0,03	0,70	-2,25	0,47
12	59,1	56,3	52,5	0,15	0,24	0,28	-0,67	0,15
13	60,2	57,5	53,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	59,2	56,5	52,8	0,05	0,09	0,10	-0,56	0,04
15	55,2	52,5	49,0	0,23	0,20	0,30	-2,86	0,10
16	56,6	53,3	50,2	0,68	-0,28	0,73	-2,30	0,57
17	58,4	55,7	52,1	0,07	0,03	0,08	-1,01	0,04
18	59,4	56,5	53,2	0,18	-0,36	0,40	-0,52	0,33
19	58,6	55,8	52,5	0,13	-0,32	0,35	-0,93	0,30
20	55,0	52,0	48,6	0,52	0,17	0,55	-3,12	0,29
21	55,4	50,9	49,1	1,80	-1,55	2,38	-3,51	1,90
22	56,8	53,6	50,4	0,58	-0,19	0,61	-2,14	0,47
23	57,1	54,0	50,9	0,46	-0,37	0,59	-1,92	0,50
24	56,5	53,4	50,5	0,48	-0,57	0,74	-2,26	0,63
25	53,2	49,4	47,3	1,30	-1,18	1,76	-4,53	1,43

Anhang A (normativ)

Buchstaben und Symbole

D_R	kompensierte und normierte Bilddaten des roten Kanals
D_G	kompensierte und normierte Bilddaten des grünen Kanals
D_B	kompensierte und normierte Bilddaten des blauen Kanals
E^R	Mittelwert entsprechend der Stufe der Graustufen für die Messung der Tonwertkurve des roten Kanals
E^G	Mittelwert entsprechend der Stufe der Graustufen für die Messung der Tonwertkurve des grünen Kanals
E^B	Mittelwert entsprechend der Stufe der Graustufen für die Messung der Tonwertkurve des blauen Kanals
F^R	Mittelwert entsprechend der Stufe der Graustufen für die Messung der spektralen Empfindlichkeit des roten Kanals
F^G	Mittelwert entsprechend der Stufe der Graustufen für die Messung der spektralen Empfindlichkeit des grünen Kanals
F^B	Mittelwert entsprechend der Stufe der Graustufen für die Messung der spektralen Empfindlichkeit des blauen Kanals
$f_R()$	Tonwertkurve des roten Kanals
$f_G()$	Tonwertkurve des grünen Kanals
$f_B()$	Tonwertkurve des blauen Kanals
h	Höhe der Prüfvorlagen
w	Breite der Prüfvorlagen
L	Leuchtdichte der Prüfvorlagen in cd/m^2
$L(\lambda_j)$	Lichtstärke bei der Wellenlänge λ_j , gemessen nach dem Konversionsfilter für die ähnlichste Farbtemperatur
$L_S(\lambda_j)$	spektrale Verteilung des eingebauten Blitzgerätes
P_v	Anzahl der Bildelemente der digitalen Kamera in vertikaler Richtung
$R_C(\lambda)$	spektrale Empfindlichkeit des roten Kanals der digitalen Kamera
$G_C(\lambda)$	spektrale Empfindlichkeit des grünen Kanals der digitalen Kamera
$B_C(\lambda)$	spektrale Empfindlichkeit des blauen Kanals der digitalen Kamera

Anhang B (informativ)

Verfahren zur Berechnung der inversen Funktion

Aus Tabelle 2 sollte der normierte Datensatz D_{R_i} , D_{G_i} und D_{B_i} zurückgewonnen werden.

Ist ein angenommener mittlerer Datenwert D_x mit $D_i \leq D_x \leq D_{i+1}$, wird der Kurvenverlauf in Bild 6 abschnittsweise mit der linearen Beziehung angenähert:

$$D_x = \frac{D_{i+1} - D_i}{L_{i+1} - L_i} L_x + \frac{D_i L_{i+1} - D_{i+1} L_i}{L_{i+1} - L_i} \quad (\text{B.1})$$

Dadurch wird die entsprechende Strahldichte L_x in cd/m^2 für die Daten D_x als Lösung der Gleichung (B.1) gewonnen:

$$L_x = \frac{D_{i+1} L_{i+1} - D_x L_i}{D_{i+1} - D_i} \quad (\text{B.2})$$

Anhang C (informativ)

Anwendungsbeispiel der angegebenen Ergebnisse für das Farbmanagement

C.1 Einführung

Es gibt mehrere Verfahren zur Durchführung einer externen Farbsteuerung von Bilddaten zur Kennzeichnung digitaler Kameras, die in offenen Systemen als wesentlicher Bestandteil von Farbinformation erzeugenden und wiedergebenden Systemen unter Farbmanagement benutzt werden. Dieser Anhang stimmt mit IEC TTA-3 [2] überein und beschreibt ein Verfahren, die Farbwiedergabe zu steuern, das auf den Daten basiert, die als Ergebnisse der Durchführung der in IEC 61966-9 festgelegten Messverfahren angegeben wurden. Mit anderen Worten: Es werden Farbsteuerungsverfahren als Beispiele beschrieben, die auf geräteabhängigen Eigenschaften basieren und in geräteunabhängige Eigenschaften konvertiert werden können.

C.2 Farbmetrische Eigenschaften des scRGB-Farbraumes

Die idealen spektralen Eigenschaften von digitalen Kameras $r_s(\lambda)$, $g_s(\lambda)$ und $b_s(\lambda)$, die zum scRGB-Farbraum nach IEC 61966-2-2 passen, werden durch die folgende Berechnung gewonnen. Diese basiert auf den Farbgleichfunktionen $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$ und $\bar{z}(\lambda)$ nach CIE 1931, den Werten der Farbwertanteile in der Farbtabelle nach CIE 1931 für rot, grün und blau (x_R, y_R), (x_G, y_G) und (x_B, y_B) und der neutralen Farbe (CIE D65) (x_n, y_n), alle in CIE 15.2 definiert.

Basierend auf IEC 61966-2-2:2003, Gleichung (1), wird nämlich durch Erweitern der Beziehung zu spektralen Kurven die folgende strengere Bedingung erhalten.

$$\begin{pmatrix} r_s(\lambda) \\ g_s(\lambda) \\ b_s(\lambda) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3,240 & 625 & -1,537 & 208 & -0,498 & 629 \\ -0,968 & 931 & 1,875 & 756 & 0,041 & 518 \\ 0,055 & 710 & -0,204 & 021 & 1,056 & 996 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{x}(\lambda) \\ \bar{y}(\lambda) \\ \bar{z}(\lambda) \end{pmatrix} \quad (\text{C.1})$$

C.3 Farbsteuerung für digitale Kameras

C.3.1 Anpassen der Tonwertkurven an scRGB

Sind die gemessenen und angegebenen Tonwertkurven $t(x)$ und sind die in IEC 61966-2-1 angegebenen idealen scRGB-Tonwertkurven $scRGB(x)$ nach IEC 61966-2-2, wobei x einem normierten Licht-Eingangspegel von 0 bis 1 entspricht, dann wird ein von $scRGB(x)$ unterschiedliches $t(x)$ konvertiert, so dass

$$A\tilde{t}(x)^p \approx scRGB(x) \quad (\text{C.2})$$

Dabei sind $\tilde{t}(x) = t(x) - t(0)$ und die Parameter A und p Unbekannte. Sie werden durch das Verfahren der kleinsten Quadrate bestimmt.

Es wird der Logarithmus der Gleichung (C.2) gebildet,

$$\sum_x (a + p \log \tilde{t}(x) - \log scRGB(x))^2 = f(a, p) \quad (\text{C.3})$$

Dabei ist $a = \log A$. Durch partielle Ableitungen von Gleichung (C.3) nach a und p ist die Bestimmung der Unbekannten möglich, um $f(a, p)$ zu minimieren.

$$\begin{pmatrix} \sum_x \log \tilde{t}(x) & \sum_x \log^2 \tilde{t}(x) \\ n & \sum_x \log \tilde{t}(x) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ p \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum_x \log \tilde{t}(x) \log_{scRGB}(x) \\ \sum_x \log_{scRGB}(x) \end{pmatrix} \quad (C.4)$$

Dabei ist n die Anzahl der Abtastdaten in der Summierung.

C.3.2 Farbmimetrische Abstimmung auf scRGB

Die in 7.4 angegebenen spektralen Empfindlichkeiten seien $r_C(\lambda)$, $g_C(\lambda)$ und $b_C(\lambda)$. Hier ist ein Beispiel, wie diese Kurven auf eine Kurve für die digitale scRGB-Kamera angenähert werden können. Eine unbekannte lineare Konvertierungsmatrix sei C , dann ist

$$C \begin{pmatrix} r_C(\lambda) \\ g_C(\lambda) \\ b_C(\lambda) \end{pmatrix} \approx \begin{pmatrix} m_r r_s(\lambda) \\ m_g g_s(\lambda) \\ m_b b_s(\lambda) \end{pmatrix} \quad (C.5)$$

Dabei sind m_r , m_g und m_b Koeffizienten, in denen die Steuerung der Weißbalance berücksichtigt wird. Für eine digitale Kamera und Beleuchtung mit der spektralen Verteilung $L(\lambda)$ müssen die Koeffizienten wie folgt berechnet werden.

$$\begin{aligned} m_r &= \frac{\int_{\lambda} g_s(\lambda)L(\lambda)d\lambda}{\int_{\lambda} r_s(\lambda)L(\lambda)d\lambda} \\ m_g &= 1 \\ m_b &= \frac{\int_{\lambda} g_s(\lambda)L(\lambda)d\lambda}{\int_{\lambda} b_s(\lambda)L(\lambda)d\lambda} \end{aligned} \quad (C.6)$$

Unter Berücksichtigung der spektralen Verteilung $L(\lambda)$ von Halogenlampen mit 3 100 K mit dem Konversionsfilter für die ähnlichste Farbtemperatur werden m_r , m_g und m_b wie folgt berechnet;

$$\begin{aligned} m_r &= 0,925 \ 5 \\ m_g &= 1,000 \ 0 \\ m_b &= 1,408 \ 7 \end{aligned} \quad (C.7)$$

Die neun unbekanntenen Koeffizienten der Matrix C werden nach der auf Gleichung (C.5) angewendeten Methode der kleinsten Quadrate bestimmt.

$$\text{Wenn } r_c(\lambda_i) = r_{c_i}, g_c(\lambda_i) = g_{c_i}, b_c(\lambda_i) = b_{c_i}, r_s(\lambda_i) = r_{s_i}, g_s(\lambda_i) = g_{s_i}, b_s(\lambda_i) = b_{s_i},$$

dann gilt die folgende Simultangleichung:

$$\begin{pmatrix} \sum_{i=1}^n r_{c_i}^2 & \sum_{i=1}^n g_{c_i} r_{c_i} & \sum_{i=1}^n b_{c_i} r_{c_i} \\ \sum_{i=1}^n r_{c_i} g_{c_i} & \sum_{i=1}^n g_{c_i}^2 & \sum_{i=1}^n b_{c_i} g_{c_i} \\ \sum_{i=1}^n r_{c_i} b_{c_i} & \sum_{i=1}^n g_{c_i} b_{c_i} & \sum_{i=1}^n b_{c_i}^2 \end{pmatrix} C = \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^n m_r r_{s_i} r_{c_i} & \sum_{i=1}^n m_r r_{s_i} g_{c_i} & \sum_{i=1}^n m_r r_{s_i} b_{c_i} \\ \sum_{i=1}^n m_g g_{s_i} r_{c_i} & \sum_{i=1}^n m_g g_{s_i} g_{c_i} & \sum_{i=1}^n m_g g_{s_i} b_{c_i} \\ \sum_{i=1}^n m_b b_{s_i} r_{c_i} & \sum_{i=1}^n m_b b_{s_i} g_{c_i} & \sum_{i=1}^n m_b b_{s_i} b_{c_i} \end{pmatrix} \quad (C.8)$$

Dabei ist n die Anzahl der Abtastwerte im Wellenlängenbereich.

Die Matrix C ist eine Lösung der Gleichung (C.8).

Das auf die Angabe in 7.4 angewendete Verfahren ergibt die Matrix **C**

$$\mathbf{C} = \begin{pmatrix} 0,925 & 5 & -0,312 & 0 & 0,015 & 3 \\ 0,100 & 4 & 0,717 & 9 & -0,153 & 8 \\ -0,032 & 6 & -0,239 & 3 & 0,917 & 9 \end{pmatrix} \quad (\text{C.9})$$

Wird die Farbsteuerung in Gleichung (C.5) angewendet, ergeben sich die spektralen Empfindlichkeitskurven in Bild C.1. Zur Information sind die idealen scRGB-Kurven als unterbrochene Kurven eingezeichnet.

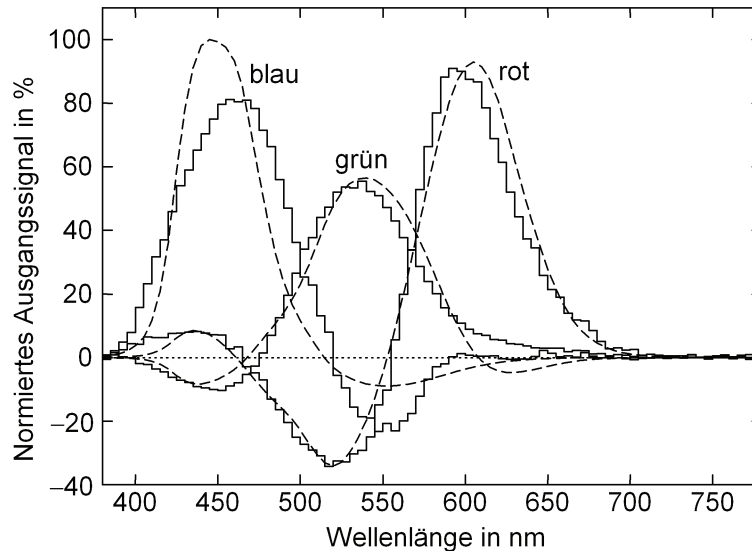


Bild C.1 – Beispiel für die spektrale Empfindlichkeit, nach Farbsteuerung, um die idealen scRGB- Kurven anzunähern, die als unterbrochene Kurven gezeichnet sind

C.3.3 Transformation von Bilddaten von digitalen Kameras in Daten im scRGB-Farbraum

Die von der Kamera erhaltenen ursprünglichen Bilddaten werden durch den folgenden Prozess in Daten im scRGB-Farbraum transformiert, um dadurch die Originaldaten geräteunabhängig zu machen.

- a) Die Originalbilddaten einer digitalen Kamera sollten durch Berücksichtigen der Tonwertkurven $t(x)$ der in Prüfung befindlichen digitalen Kamera linearisiert werden. Die inverse Beziehung der Tonwertkurven sollte nämlich auf die Daten angewendet werden, um wie in Gleichung (C.10) einen linearisierten Datensatz D'_R , D'_G und D'_B zu erhalten.

$$\mathbf{C} \begin{pmatrix} t_R^{-1} (D_R) \\ t_G^{-1} (D_G) \\ t_B^{-1} (D_B) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} D'_R \\ D'_G \\ D'_B \end{pmatrix} \quad (\text{C.10})$$

- b) Der linearisierte Datensatz D'_R , D'_G und D'_B sollte entsprechend IEC 61966-2-2:2003, 4.2 normiert werden, um letztlich R_{scRGB} , G_{scRGB} und B_{scRGB} zu erhalten.

Anhang D (normativ)

Verfahren zur Kompensation der spektralen Empfindlichkeitskurven am Nullpunkt

Um die Nullpunktverschiebung durch mögliche Fehler zu kompensieren, die durch das Messsystem verursacht wurden, muss das folgende Verfahren angewendet werden, um die Koeffizienten p_R , p_G und p_B zu bestimmen, dabei ist $L_8(\lambda_i)$ die spektrale Verteilungskurve des Graufeldes 8.

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{81} p_R R'(\lambda_i) L_8(\lambda_i) &= \sum_{i=1}^{81} p_G G'(\lambda_i) L_8(\lambda_i) \\ \sum_{i=1}^{81} p_B B'(\lambda_i) L_8(\lambda_i) &= \sum_{i=1}^{81} p_G G'(\lambda_i) L_8(\lambda_i) \end{aligned} \quad (\text{D.1})$$

Mit der Bedingung $p_G = 1$ ergeben sich die unbekanntenen Koeffizienten p_R und p_B als Lösungen der Gleichung (D.1) nach:

$$\begin{aligned} p_R &= \frac{\sum_{i=1}^{81} G'(\lambda_i) L_8(\lambda_i)}{\sum_{i=1}^{81} R'(\lambda_i) L_8(\lambda_i)} \\ p_B &= \frac{\sum_{i=1}^{81} G'(\lambda_i) L_8(\lambda_i)}{\sum_{i=1}^{81} B'(\lambda_i) L_8(\lambda_i)} \end{aligned} \quad (\text{D.2})$$

Anhang E (informativ)

Automatisiertes Gewinnen von Daten vom Bild der Prüfvorlage

E.1 Einführung

Der optische Sucher einer digitalen Kamera dient dazu, das Blickfeld des Benutzers auf den Teil des Bildes zu begrenzen, der tatsächlich vom Bildsensor der Kamera erfasst wird. Dies trägt dazu bei, dass die digitale Kamera, wie in Bild E.1 veranschaulicht, alle Einzelheiten der Szenen erfasst, die der Benutzer im Bild festhalten will.

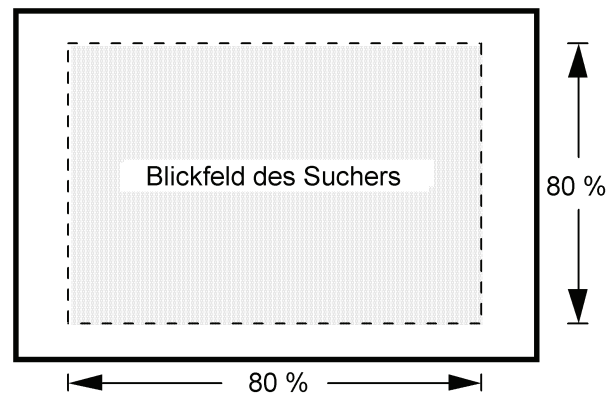


Bild E.1 – Beispiel zum Vergleichen des Bereiches eines typischen optischen Suchers und des entsprechenden bildempfindlichen Bereiches (äußeres Rechteck)

Durch Herstellungstoleranzen und Parallaxenfehler verursacht, treten weitere Differenzen zwischen dem, was der Benutzer im Sucher der digitalen Kamera sieht, und dem erfassten Bild auf. Diese Differenzen werden als Verschiebung in vertikaler und/oder horizontaler Richtung oder als Drehung im Bild sichtbar sein. Der Parallaxenfehler kann nur bei einem einzigen Objektabstand null sein. Oft wird dieser Abstand so gewählt, dass er der Punkt der besten Bildschärfe oder die hyperfokale Entfernung des Objektivs ist. Es wird empfohlen, auf einer Prüfvorlage horizontale und vertikale verschiebbare Marken anzubringen, um die automatische Ermittlung der Daten vom Bild der Prüfvorlage zu unterstützen. Dies kann auf einer bestehenden Prüfvorlage, wie in Bild E.2 gezeigt, durch einfaches Erweitern der vorhandenen Marken durchgeführt werden.

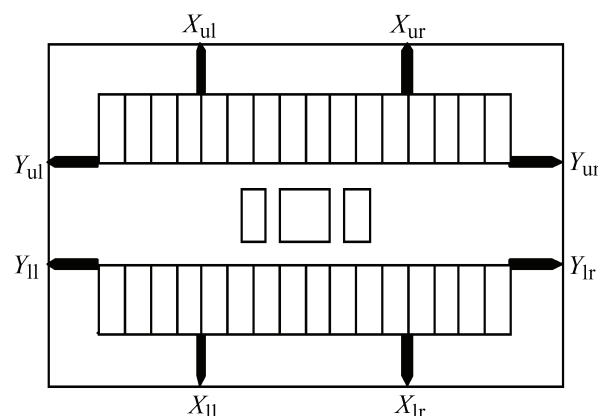


Bild E.2 – Prüfvorlage mit erweiterten Orientierungsmarken

Die Bezeichnungen in den folgenden Informationen sollten aus Bild E.2 entnommen werden.

E.2 Horizontale Bildverschiebung

Die horizontale Bildverschiebung S_H kann durch Berechnen der Differenz zwischen dem Mittelwert der Mitten der oberen linken (X_{ul}) und der unteren rechten (X_{lr}) Orientierungsmarke und der gedachten horizontalen Bildmitte (X_c) nach den Gleichungen (E.1) und (E.2) ermittelt werden. Es können auch die oberen rechten (X_{ur}) und die unteren linken (X_{ll}) Orientierungsmarken verwendet werden.

$$S_H = \frac{1}{2} (X_{ul} + X_{lr} - X_c) \quad (\text{Bildpunkte}) \quad (\text{E.1})$$

Die normierte horizontale Bildverschiebung s_h ist

$$s_h = \frac{1}{P_w} S_H \times 100 (\%) \quad (\text{E.2})$$

Dabei ist P_w die Bildbreite in Bildpunkten.

E.3 Vertikale Bildverschiebung

Auf die gleiche Art kann die vertikale Bildverschiebung S_V durch Berechnung der Differenz zwischen dem Mittelwert der Mitten der oberen linken (Y_{ul}) und der unteren rechten (Y_{lr}) Orientierungsmarke und der gedachten vertikalen Bildmitte (Y_c) nach den Gleichungen (E.3) und (E.4) ermittelt werden. Es können auch die unteren linken (Y_{ll}) und die oberen rechten (Y_{ur}) Orientierungsmarken verwendet werden.

$$S_V = \frac{1}{2} (Y_{ul} + Y_{lr} - Y_c) \quad (\text{Bildpunkte}) \quad (\text{E.3})$$

Normierte vertikale Bildverschiebung s_v ist

$$s_v = \frac{1}{P_h} S_V \times 100 (\%) \quad (\text{E.4})$$

Dabei ist P_h die Bildhöhe in Bildpunkten.

E.4 Bilddrehung

Die Bilddrehung \mathfrak{R} kann bestimmt werden aufgrund der Kenntnis der Lage der Mitten der oberen linken (Y_{ul}) und der oberen rechten (Y_{ur}) Orientierungsmarken und des horizontalen Abstandes (ΔX in Bildpunkten), zwischen dem diese Zentren durch die Software nach der Gleichung (E.5) gemessen werden.

$$\mathfrak{R} = \tan^{-1} \left(\frac{Y_{ul} - Y_{ur}}{\Delta X} \right) \quad (\text{E.5})$$

E.5 Bildvergrößerung

Für die Bildvergrößerung wird keine Formel angeboten. Dieser Parameter kann jedoch leicht durch Berechnen des Abstandes (in Bildpunkten) zwischen beiden Einstellungen der vertikalen Ausrichtung bestimmt werden.

Literaturhinweise

- [1] H. Sugiura, T. Kuno, N. Matoba and H. Ikeda: „*A measurement method for spectral responsivity of digital cameras with tone characteristics compensation per pixel*“, Proceedings of SPIE, Vol. 3650, pp. 128–137 (January, 1999).
- [2] IEC TTA-3:1997, Hiroaki Ikeda, Masato Abe and Yasuhiko Higaki: „*Equipment independent colour reproduction systems*“, IEC Technical Trend Assessment, No. 3, IEC Geneva (1997).
- [3] JIS Z 8724:1996, „*Methods of measurement for light source colour*“.
- [4] H. Ikeda, M. Abe, Y. Higaki, T. Kobayashi and M. Nakamichi: „*Automated Evaluation of Colour Reproduction for Colour Video Cameras*“, IEE Conference Publication No. 335, pp.31–38 (June, 1991).
- [5] H. Ikeda: „*Colorimetric parameters in television systems*“, Journal of the Institute of Television Engineers of Japan, Vol. 43, No. 6, pp. 620–622 (June, 1989).
- [6] A. R. Robertson: „*Computation of correlated color temperature and distribution temperature*“, J. Opt. Soc. Amer., Vol. 58, No. 11, pp. 1528–1535 (November, 1968).
- [7] CIE 63:1984, *The spectroradiometric measurement of light sources*.
- [8] CIE 105:1993, *Spectroradiometry of pulsed optical radiation sources*.
- [9] CIE 15.2:1986, *Colorimetry*.
- [10] IEC 61966-2-2:2003, *Multimedia systems and equipment – Colour measurement and management – Part 2-2: Colour management – Extended RGB colour space – scRGB*.
- [11] IEC 61966-8:2001, *Multimedia systems and equipment – Colour measurement and management – Part 8: Multimedia colour scanners*.
- [12] ISO 14524:1999, *Photography – Electronic still picture cameras – Methods for measuring opto-electronic conversion functions (OECF's)*.

Anhang ZA (normativ)

Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ANMERKUNG Ist eine internationale Publikation durch gemeinsame Abänderungen modifiziert worden, gekennzeichnet durch (mod), dann gilt die entsprechende EN oder das HD.

Publikation	Jahr	Titel	EN/HD	Jahr
IEC 60050-845	1987	International Electrotechnical Vocabulary (IEV) Chapter 845: Lighting	–	–
IEC 61146-1	1994	Video cameras (PAL/SECAM/NTSC) – Methods of measurement Part 1: Non-broadcast single-sensor cameras	EN 61146-1	1996
IEC 61966-2-1	1999	Multimedia systems and equipment – Colour measurement and management Part 2-1: Colour management – Default RGB colour space – sRGB	EN 61966-2-1	2000
ISO 2813	1994	Paints and varnishes – Determination of specular gloss of non-metallic paint films at 20 degrees, 60 degrees and 85 degrees	EN ISO 2813	1999
ISO/CIE 10527	1991	CIE standard colorimetric observers	–	–
CIE 17.4	1987	International Lighting Vocabulary	–	–