

Multimediasysteme und -geräte  
**Farbmessung und Farbmanagement**

Teil 8: Multimedia-Farbscanner  
 (IEC 61966-8:2001) Deutsche Fassung EN 61966-8:2001

**DIN**

**EN 61966-8**

ICS 17.180.20; 33.160.60

Multimedia systems and equipment – Colour measurement and management – Part 8: Multimedia colour scanners  
 (IEC 61966-8:2001); German version EN 61966-8:2001

Systèmes et appareils multimédia – Mesure et gestion de la couleur – Partie 8: Numériseurs couleur  
 (CEI 61966-8:2001); Version allemande EN 61966-8:2001

**Die Europäische Norm EN 61966-8:2001 hat den Status einer Deutschen Norm.**

### Beginn der Gültigkeit

Die EN 61966-8 wurde 2001-04-01 angenommen.

### Nationales Vorwort

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.

Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN IEC 100/110/CD:2000-05.

Die Normen der Reihe DIN EN 61966 „Multimediasysteme und -geräte – Farbmessung und Farbmanagement“ bestehen aus folgenden, teilweise noch in Bearbeitung befindlichen (mit \*) gekennzeichneten) Teilen:

- Teil 1:\*) Allgemeines
- Teil 2-1: Farbmangement, Vorgabe-RGB-Farbraum, sRGB
- Teil 2-2:\*) Farbmangement, Erweiterter RGB-Farbraum, sRGB64
- Teil 2-3:\*) Farbmangement, Vorgabe-YCC-Farbraum, sYCC
- Teil 3: Geräte mit Kathodenstrahlröhren
- Teil 4: Geräte mit Flüssigkristallanzeigeeinheiten
- Teil 5: Geräte mit Plasma-Anzeige
- Teil 6:\*) Geräte zur digitalen Bildprojektion
- Teil 7-1:\*) Farbdrucker, Reflektierende Drucke, RGB-Eingänge
- Teil 7-2:\*) Farbdrucker, Reflektierende Drucke, CMYK-Eingänge
- Teil 7-3:\*) Farbdrucker, Transparente Drucke
- Teil 8: Multimedia-Farbscanner
- Teil 9: Digitale Kameras
- Teil 10:\*) Gütebewertung, Farbbild in vernetzten Systemen
- Teil 11:\*) Gütebewertung, Beeinträchtigt Video in vernetzten Systemen

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

Fortsetzung Seite 2 und 3  
 und 36 Seiten EN

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Zur Abgrenzung der Normen der Reihe DIN EN 61966: Gegenstand dieser Normen sind Festlegungen zu Farbeigenschaften von Geräten für den Einsatz innerhalb des genormten Farbraums sRGB. Bezüglich anderer für die Anwendung wichtiger Eigenschaften (z. B. Auflösung, Abbildungsbereich) sei auf die Normen der Reihe DIN 33866 verwiesen. Während die Normen der Reihe DIN 33866 Anforderungen für die Bestimmung der Qualität der Bildwiedergabe enthalten, gelten die Normen der Reihe DIN EN 61966 für messtechnisch bestimmbare Übertragungseigenschaften von homogenen Farbflächen. Drucktechniken hoher Qualität fallen ebenfalls nicht in den Anwendungsbereich der Normenreihe DIN EN 61966.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zum Jahr 2003 unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

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

## **Nationaler Anhang NA** (informativ) **Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen**

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm oder andere Unterlage 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 oder anderen Unterlage.

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

Der Zusammenhang der zitierten Normen und anderen Unterlagen mit den entsprechenden Deutschen Normen und anderen Unterlagen ist nachstehend wiedergegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm oder anderen Unterlage waren die angegebenen Ausgaben gültig.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

**Tabelle NA.1**

<b>Europäische Norm</b>	<b>Internationale Norm</b>	<b>Deutsche Norm</b>	<b>Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk</b>
-	IEC 60050(845):1987	-	-
EN 61966-2-1:2000	IEC 61966-2-1:1999	DIN EN 61966-2-1:2000-09	-
-	ISO 5-4:1995	DIN 4512-10:1993-01	-
EN ISO 9241-8:1997	ISO 9241-8:1997	DIN EN ISO 9241-8:1998-04	-
-	ISO 12641:1997	-	-
-	ISO 13655:1996	DIN ISO 13655:2000-02	-
-	ISO/CIE 10527:1991	DIN 5033-2:1992-05	-
-	CIE 15.2:1985	DIN 5033-4:1991-02	-

## Nationaler Anhang NB (informativ)

### Literaturhinweise

DIN 4512-10, *Photographische Sensitometrie; Bestimmung der optischen Dichte; Geometrische Bedingungen für Messungen bei Reflexion.*

DIN 5033-2, *Farbmessung; Normvalenz-Systeme.*

DIN 5033-4, *Farbmessung; Spektralverfahren.*

DIN EN 61966-2-1, *Multimediasysteme und -geräte – Farbmessung und Farbmanagement – Teil 2-1: Farbmanagement, Vorgabe-RGB-Farbraum, sRGB (IEC 61966-2-1:1999); Deutsche Fassung EN 61966-2-1:2000.*

DIN EN ISO 9241-8, *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten – Teil 8: Anforderungen an Farbdarstellungen (ISO 9241-8:1997); Deutsche Fassung EN ISO 9241-8:1997.*

DIN ISO 13655, *Graphische Technik – Spektrale Messung und farbmétrische Berechnung für graphische Objekte (ISO 13655:1996).*

– Leerseite –

Deutsche Fassung

Multimediasysteme und -geräte  
**Farbmessung und Farbmanagement**  
Teil 8: Multimedia-Farbscanner  
(IEC 61966-8:2001)

Multimedia systems and equipment – Colour  
measurement and management –  
Part 8: Multimedia colour scanners  
(IEC 61966-8:2001)

Systèmes et appareils multimédia – Mesure et  
gestion de la couleur –  
Partie 8: Numériseurs couleur  
(CEI 61966-8:2001)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2001-04-01 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, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, Tschechische Republik und dem Vereinigten Königreich.

## 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 des Schriftstücks 100/192/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 61966-8, ausgearbeitet von dem IEC TC 100 „Audio, video and multimedia systems and equipment“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2001-04-01 als EN 61966-8 angenommen.

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): 2002-01-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2004-04-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.  
Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.  
In dieser Norm sind die Anhänge A, B und ZA normativ und Anhang C ist informativ.  
Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

## Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61966-8:2001 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt	Seite
<b>Einleitung</b> .....	6
<b>1 Anwendungsbereich und Zweck</b> .....	8
<b>2 Normative Verweisungen</b> .....	8
<b>3 Begriffe</b> .....	9
<b>4 Buchstaben und Symbole</b> .....	10
<b>5 Bedingungen</b> .....	11
5.1 Allgemeine Bedingungen .....	11
5.2 Digitale Ausgangs-Bilddaten .....	11
<b>6 Messgeräte und Scanvorlage</b> .....	11
6.1 Spektralphotometer .....	11
6.2 Spektroradiometer .....	11
6.3 Festlegungen für die Vorlage .....	12
<b>7 Spektrale Leistungsverteilung der eingebauten Lichtquelle</b> .....	13
7.1 Zu messende Eigenschaften .....	13
7.2 Messbedingungen .....	14
7.3 Darstellung der Ergebnisse .....	14
<b>8 Tonwert-Kennlinien</b> .....	16
8.1 Zu messende Eigenschaften .....	16
8.2 Messbedingungen .....	16
8.3 Messverfahren .....	16
8.4 Berechnung der Ergebnisse .....	16
8.5 Darstellung der Ergebnisse .....	17
<b>9 Inverse Tonwert-Kennlinien</b> .....	18
9.1 Zu berechnende Eigenschaften .....	18
9.2 Berechnungsverfahren .....	18
9.3 Darstellung der Ergebnisse .....	19
<b>10 Spektrale Empfindlichkeitskurven</b> .....	19
10.1 Zu messende Eigenschaften .....	19
10.2 Messbedingungen .....	20
10.3 Messverfahren .....	20
10.4 Darstellung der Ergebnisse .....	21
<b>11 Räumliche Ungleichmäßigkeit</b> .....	24
11.1 Zu messende Eigenschaften .....	24
11.2 Messbedingungen .....	24
11.3 Messverfahren .....	24
11.4 Darstellung der Ergebnisse .....	25
<b>12 Mittelfristige Instabilität</b> .....	26
12.1 Zu messende Eigenschaften .....	26

12.2	Messbedingungen .....	26
12.3	Messverfahren .....	27
12.4	Darstellung der Ergebnisse .....	27
<b>13</b>	<b>Übersprechen über große Bereiche</b> .....	<b>27</b>
13.1	Zu messende Eigenschaften .....	27
13.2	Messbedingungen .....	27
13.3	Messverfahren .....	28
13.4	Darstellung der Ergebnisse .....	29
<b>Anhang A</b>	<b>(normativ) Schätzen der Empfindlichkeiten in den Wellenlängenbändern (Multiband-Empfindlichkeiten)</b> .....	<b>30</b>
A.1	Zu bestimmende Größen .....	30
A.2	Eingabe für den Algorithmus .....	30
A.3	Ausgabe des Algorithmus .....	31
A.4	Interne Variable des Algorithmus .....	31
A.5	Schätzalgorithmus .....	31
<b>Anhang B</b>	<b>(normativ) Ausgangsdaten des Scannermodells aus den geschätzten Multiband-Empfindlichkeiten</b> .....	<b>33</b>
<b>Anhang C</b>	<b>(informativ) Beispiel für die Anwendung der spektralen Kurven</b> .....	<b>34</b>
C.1	Berechnung der ICC-Profile .....	34
C.2	Berechnung einer optimierten Konversion für den sRGB-Farbraum .....	34
<b>Literaturhinweise</b>	.....	<b>35</b>
<b>Anhang ZA</b>	<b>(normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen</b> .....	<b>36</b>
<b>Bilder</b>		
Bild 1	– Festlegung der Vorlage für die Kennzeichnung von Multimedia-Farbscannern .....	12
Bild 2	– Beispiel für die graphische Darstellung der spektralen Multiband-Reflexionen eines Farbfeldes .....	13
Bild 3	– Scanbereich und Messpunkte .....	14
Bild 4	– Beispiel der spektralen Leistungsverteilung der eingebauten Lichtquelle .....	15
Bild 5	– Beispiel für die Darstellung der Tonwert-Kennlinien, Ausgangsdaten als Funktion des Lichtstromes $\Phi$ .....	18
Bild 6	– Beispiel der spektralen Multiband-Empfindlichkeit $s_R$ , $s_G$ und $s_B$ .....	22
Bild 7	– Beispiel für die Darstellung der spektralen Über-Alles-Multiband-Empfindlichkeit, $S_n s_{R_n}$ , $S_n s_{G_n}$ und $S_n s_{B_n}$ .....	23
Bild 8	– Messpunkte für die räumliche Ungleichmäßigkeit .....	24
Bild 9	– Beispiel für die Darstellung der mittelfristigen Instabilität .....	27
Bild 10	– Vorlage für die Messung des räumlichen Übersprechens .....	28
<b>Tabellen</b>		
Tabelle 1	– Beispiel für die Angabe einer Spektraltabelle .....	13
Tabelle 2	– Beispiel der Tabelle der spektralen Multiband-Leistungsverteilung der Lichtquelle .....	15
Tabelle 3	– Beispiel für die Angabe der Polynomkoeffizienten des roten, grünen und blauen Kanals .....	17

Tabelle 4 – Beispiel für die Angabe der Polynomkoeffizienten des roten, grünen und blauen Kanals .....	19
Tabelle 5 – Beispiel für die Angabe der Multiband-Empfindlichkeitskurven .....	21
Tabelle 6 – Angabe für die Messung der räumlichen Ungleichmäßigkeit .....	26
Tabelle 7 – Angabe der Messung des räumlichen Übersprechens .....	29
Tabelle 8 – Angabe der Mittelwerte der Daten und des durch die relativen maximalen Unterschiede ausgedrückten maximalen Übersprechens und der relativen Standardabweichung der Daten im roten, grünen und blauen Kanal (8 Bits je Kanal) .....	29

## Einleitung

Diese Einleitung ist dazu bestimmt, die Anwendungsfelder von ISO 12641 und IEC 61966-8 abzugrenzen.

Die Normung des Kalibrierungsverfahrens für Scanner der Druck- und Druckvorstufen-Industrie wurde 1997 in ISO 12641 festgelegt. Die vorliegende Norm behandelt Farbscanner für Multimediaanwendungen und liefert Daten zur Beschreibung, die für das Farbmanagement in offenen Multimediasystemen benötigt werden. Sie beschreibt Multimedia-Farbscanner für allgemeine Anwendung, die typischerweise an Arbeitsplatzrechnern angeschlossen werden, um Farbbilder zu erfassen und die Farbinformation entweder lokal oder weltweit verbreitetet anzuzeigen.

Für diese Anwendungen ist Farbmanagement wichtig. Die farbmetrischen Merkmale aller Rot-Grün-Blau-Daten sollten klar angegeben sein. Die aufgrund dieses Teils von IEC 61966 angegebenen kennzeichnenden Daten werden für die Berechnung der gerätespezifischen, farbmetrischen Eigenschaften benutzt, so dass in offenen Systemen Farbmanagement durchgeführt werden kann.

Das Erfassen der Farbinformation in einem Scanner für die Druckvorstufe setzt voraus, dass die Quelle ein (transparentes) positives Filmoriginal ist. Die zweithäufigste Art der Originale ist (reflektierendes) photographisches Positivpapier. Seit kurzem unterstützen diese Scanner zusätzlich zu Positivpapier verschiedene Arten von Auflicht-Originalen und können auch ein Bild direkt vom Negativfilm erfassen, obwohl dies nicht sehr gebräuchlich ist. Aufgrund dieser Umstände wurde für den digitalen Datenaustausch in der Druckvorstufe mit positiven Durchlicht- und Auflicht-Originalen ISO 12641 eingeführt. Es wurde jedoch noch keine Norm-Farbvorlage für transparente negative Filmoriginale festgelegt.

Die spektralen Empfindlichkeitskennlinien von Scannern für die Druckvorstufe (professionelle Scanner) werden nicht von Berechnungen abgeleitet, die auf Spezialfarbsystemen oder spektraler Verteilung von Druckertinte basieren; stattdessen werden für die Kalibrierung Basissignale für einfache Farben, die relativ dicht bei den drei Primärfarben (Rot, Grün und Blau) liegen, gewonnen. Die Kennwerte dieser professionellen Scanner werden durch die Erfahrung des Bedieners oder die Möglichkeiten der Anwendung zur Farbverarbeitung sichergestellt, so dass im gedruckten Ergebnis zwischen den Farben feine Abweichungen auftreten können. Tatsächlich haben Scanner für Druck und Druckvorstufe viele Einstellmöglichkeiten, die dem professionellen Benutzer zur Verfügung stehen, und der Bediener kann die Eigenschaften der Scanner nichtlinear steuern, um sie auf die Ziele abzustimmen. Bei älteren Scannern für die Druckindustrie sind diese Steuerungen Teil des Scanners. Bei heutigen Scannern für die Druckindustrie sind diese Steuerungen typischerweise Teil der Anwendungssoftware zur Farbverarbeitung, die die Signale nach dem Erfassen und Übertragen zu einem Universalrechner (Workstation oder Server) verarbeiten. Mit anderen Worten, ein höchst erfahrener und geschickter Bediener kann die Einstellelemente für das freie Ändern der Eigenschaften der Scanner so justieren, dass Tonwerte und Farbtrennung seinen Wünschen entsprechen. Weiterhin können Eigenschaften der Scanner geändert werden, um die Eigenschaften der Original-Bildvorlage zu korrigieren und zu kompensieren, wie Farbschleier oder seine Beseitigung, und der Bediener kann im Hinblick auf den späteren Druckprozess sogar die Bedingungen für die Farbtrennung ändern (typisch Cyan, Gelb, Magenta und Schwarz), und er kann sie so ändern, dass er bestmögliche Ergebnisse erhält. Bei Scannern für die Druckvorstufe an sich war und ist gute Farbtrennung (für die Wiedergabe) von dem Geschick des Bedieners abhängig.

Alle Scanner für die Druckvorstufe haben voneinander abweichende Kennlinien der Farbempfindlichkeit, abhängig von Typ, Hersteller, Herstellungszeitpunkt und Herstellungsbedingungen. Die Scanner für die Druckvorstufe tendieren wegen ihrer Verwendung zum Erfassen kritischer Farben in einem geschlossenen System zu geringeren Abweichungen, als Mehrzweck-Farbscanner in einem weltweit offenen System, wie dem Internet. Es gab keinen Ansatz, die Farbeigenschaften von Scannern für die Druckvorstufe, die von verschiedenen Herstellern auf den Markt gebracht wurden, zu normen.

Es wird jedoch gefordert, dass Druckprozesse von demselben Original im Wesentlichen die gleichen Ergebnisse erzielen sollte, unabhängig davon, welcher Scanner benutzt wurde. Diese Forderung wurde durch das Geschick des Bedieners erfüllt. Aus diesem Grund sollte der Scanprozess, einschließlich der Farbverarbeitung der Rohdaten, den menschlichen Bediener einbeziehen und das gesamte System als ein System betrachten. In diesem System der Wechselwirkung Mensch-Maschine können die Eigenschaften als vereinheitlicht oder genormt angesehen werden.

Unter diesen Umständen und unter Berücksichtigung des aktuellen Arbeitsprozesses hat ISO/TC 130 (Graphic Technology) ein Verfahren eingeführt, das eine Farbvorlage benutzt, wie sie in ISO 12641 für Scanner der Druckvorstufe für die Kalibrierung vereinbart wurde, und das Funktionen enthält, die mit Farbänderungen umgehen können, die in Farbbereichen lokale Verzerrungen begleiten. Diese Vorlagen für sowohl positives Auflichtmaterial (photographisches Papier) als auch für positives Übertragungsmaterial (photographischer Film) werden von den Herstellern photographischer Materialien bei deren speziellen Materialien ihrer einzelnen Produkte implementiert.

Multimedia-Farbscanner für den Allgemeingebrauch, die preisgünstiger im Vergleich mit Scannern für die Druckvorstufe sind, werden mit kleinen Büro-/Heim-Arbeitsplatzrechnern eingesetzt. Scanvorlagen, wie bei Scannern für die Druckvorstufe, werden nicht angegeben. Bilder von natürlichen Objekten wie ein Blütenblatt eines Veilchens, grüne Pflanzen oder die menschliche Haut werden bevorzugt. Da viele der Benutzer von Multimedia-Farbscannern keine Fachleute für Farben sind, ist es wünschenswert ein automatisches System zu haben, das nur wenige Einstellungen erfordert. Die Hersteller dieser Art von Farbscannern stellen keine farbmetrischen Spezifikationen für die vom Farbscanner ausgegebenen Rot-Grün-Blau-Daten zur Verfügung. Andererseits sind die vom Multimedia-Farbscanner erhaltenen Daten leicht komprimierbar und mit dem World Wide Web kompatibel und ungenannte Benutzer benutzen die Farbinformation zur Farbwiedergabe, ohne die speziellen Merkmale des Originalgenerators zu kennen.

Scanner für die Druckvorstufe wurden seit vielen Jahren in der Druckindustrie in der Druckvorstufe benutzt und haben schon eine Umgebung geschaffen, für die nur Druckvorstufenscanner ausgewählt werden, die bestimmte Qualitätskriterien erfüllen. Deshalb besteht keine Notwendigkeit für eine neue Untersuchung über die Leistungsfähigkeit von Scannern für die Druckvorstufe. In solch einer Umgebung ist jedoch das Beibehalten der Qualität der Scanner wichtig und es ist nötig und ausreichend, einen Scanner mit Hilfe einer geeigneten Vorlage zu kalibrieren. Zu diesem Zweck gibt es die international genormte Vorlage nach ISO 12641.

Jedoch erzeugen, im Unterschied zu der konventionellen Druckindustrie, offene Multimediasysteme und Satzsetzgeräte eine neue Umgebung. Die für Multimediasysteme benutzten Scanner haben in der betreffenden Industrie keinen ähnlichen Entwicklungsprozess durchlaufen. In der Multimediaumgebung wird vorausgesetzt, dass Multimedia-Farbscanner für die verschiedensten Zwecke eingesetzt werden. Dies bedeutet, dass die anfangs vorausgesetzte Umgebung sich ändern wird und die für einzelne Multimedia-Farbscanner erforderlichen Funktionen sich auch ändern werden. Mit anderen Worten, die am Markt angebotenen und von allgemeinen Benutzern gekauften Farbscanner können für unterschiedliche Zwecke entwickelt worden sein und werden deshalb nicht gleiche Qualität und gleiche Eigenschaften haben. Dies wird nicht mehr der Fall sein, wenn in Zukunft die Festlegungen für Multimedia-Farbscanner vereinheitlicht sind; zur Zeit gibt es jedoch in dieser Richtung keine Bestrebungen.

Deshalb wäre es für den allgemeinen Benutzer ein großer Vorteil, wenn er die Eigenschaften des Multimedia-Farbscanners, den er gerade kauft, bewerten könnte, um zu beurteilen, ob er seinen Zweck erfüllt. Mit anderen Worten: Das Kennen der Farbwiedergabe-Eigenschaften eines Scanners vor der Kaufentscheidung würde dem Benutzer erlauben, einen Multimedia-Farbscanner auszuwählen, dessen Eigenschaften zu der vorgesehenen Verwendung passen.

Während zu hoffen ist, dass die in einer Multimediaumgebung benutzten Scanner im Laufe der Zeit einer kritischen Entwicklung auf dem Markt unterworfen werden, würde die Möglichkeit, die Farbwiedergabe von solchen Multimedia-Farbscannern quantitativ zu bewerten, ein direkter Vorteil für die Streitfrage des Farbmanagements sein, mit der wir jetzt konfrontiert sind.

Der Zweck von IEC 61966-8 ist, ein Verfahren für die Bewertung der Farbwiedergabe von Multimedia-Farbscannern, die in einer Multimediaumgebung benutzt werden, zur Verfügung zu stellen und deren, für das Farbmanagement benötigte Farbwiedergabe-Eigenschaften aus den spektralen Übertragungsfunktionen angeben zu können. In einer Umgebung wie Multimedia, die noch nicht ausgereift ist und laufend weiterentwickelt wird, ist die schwierigste Überlegung, ob ein Multimedia-Farbscanner den vorgesehenen Zweck erfüllt oder nicht. Aus diesem Grund muss IEC 61966-8 getrennt von strengen Normen (wie ISO 12641) betrachtet werden, die für Geräte gelten, deren Eigenschaften ein bestimmtes Niveau erreicht haben. IEC 61966-8 an sich stellt während dieser unbestimmten Periode der Weiterentwicklung dieser Scanner ein kritisches, jedoch vorläufiges Werkzeug dar.

Die Farbsteuerung innerhalb des Gerätes liegt außerhalb des Anwendungsbereiches dieses Teils. Und zwar deshalb, weil die Ausgangsdaten eines Multimedia-Farbscanners von den spektralen Eigenschaften der Farbpigmente oder Farbtinten des Originals und einer großen Vielfalt von Originalen mit unterschiedlichen Pigmenten oder Tinten abhängt, die bei Büro- und Multimediaanwendungen berücksichtigt werden müssen, z. B. photographische Farbpigmente, Offsetdruckfarben, Farben für Tintenstrahldrucker, Künstler-Malfarben usw. Die Ausgangsdaten des Multimedia-Farbscanners sind das Ergebnis der spektralen Reflexion einer Farbe eines Schriftstückes unter der eingebauten Lichtquelle und der jeweiligen Selektion durch die spektralen Empfindlichkeitskurven der Sensoren der drei Kanäle des Multimedia-Farbscanners. Da die spektralen Empfindlichkeitskurven von Multimedia-Farbscannern keine lineare Kombination der Farbgleichfunktionen in ISO/CIE 10527 sind, ergeben die von unterschiedlichen Farboriginalen gescannten bedingt gleichen Farben verschiedene Ausgangsdaten.

Aufgrund dieser Tatsache erfordern Farbsteuerung und Farbmanagement die Beschränkung auf bestimmte Klassen der Farbtinten der zu scannenden Originale. Die Kennzeichnung von Multimedia-Farbscannern dieser Norm konzentriert sich dafür auf die Kennzeichnung der spektralen Übertragungsfunktionen der drei Kanäle als von den Wellenlängenbändern abhängige Empfindlichkeiten (Multiband-Empfindlichkeiten) und unbunte Tonwertkurven. Dies ermöglicht dem Benutzer der Norm, für seine eigene Klasse der Originale das Farbmanagement zu optimieren. Ein Beispiel für die Verwendung der in dieser Norm definierten spektralen Kennzeichnung zur Angabe von sRGB-Werten nach IEC 61966-2-1 wird in Anhang C gegeben.

## 1 Anwendungsbereich und Zweck

Dieser Teil 8 von IEC 61966 gilt für die Kennzeichnung und Bewertung der Farbwiedergabe von Multimedia-Farbscannern, die in Computersystemen, Multimedia- und ähnlichen Anwendungen benutzt werden.

Die in diesem Teil genormten Messverfahren ermöglichen eine objektive Leistungsbeurteilung und Beschreibung der Farbwiedergabe von Farbscannern, die Farbbilder erfassen und Farbinformation wie Rot-Grün-Blau-Daten von den Auflicht-Originalen ausgeben können. Die Messergebnisse sind dazu bestimmt, für das Farbmanagement in Multimediasystemen benutzt zu werden. Es werden Messbedingungen, mögliche Messverfahren und Kennzeichnung definiert, um Farbmanagement zu ermöglichen.

Die Farbsteuerung innerhalb des Gerätes fällt nicht in den Anwendungsbereich dieser Norm. Für die Kalibrierung von Druckvorstufen-Scannern gilt ISO 12641.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil dieser Internationalen Norm sind. Bei datierten Verweisungen gelten spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nicht. Anwender dieser Internationalen Norm werden jedoch gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, die jeweils neuesten Ausgaben der nachfolgend angegebenen normativen Dokumente anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen normativen Dokuments. Mitglieder von ISO und IEC führen Verzeichnisse der gültigen Internationalen Normen.

IEC 60050(845)/CIE 17.4:1987, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 845: Lighting – International lighting vocabulary (IEC/CIE joint publication)*.

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

CIE 15.2:1986, *Colorimetry*.

ISO 5-4:1995, *Photography – Density measurements – Part 4: Geometric conditions for reflection density*.

ISO 9241-8:1997, *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 8: Requirements for displayed colours*.

ISO 12641:1997, *Graphic technology – Prepress digital data exchange – Colour targets for input scanners calibration.*

ISO 13655:1996, *Graphic technology – Spectral measurement and colorimetric computation for graphic arts images.*

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

### **3 Begriffe**

Für die Anwendung dieses Teils von IEC 61966 gelten die in IEC 60050(845)/CIE 17.4 angegebenen Begriffe.

#### **3.1**

##### **Lichtart E**

Lichtart mit konstanter spektraler Leistungsverteilung  $S_n = 1$ . Darin ist  $S_n$  die relative Strahlungsleistung in dem  $n$ -ten Intervall mit 10 nm Bandbreite

#### **3.2**

##### **Scanner**

Gerät, in dem das Licht, das von einer Vorlage aus photographischem Papier reflektiert und in ein elektronisches Signal umgewandelt wird, wobei das elektronische Signal so gegliedert ist, dass es eine organisierte Beziehung zu den räumlichen Bereichen auf dem auszuwertenden Papier hat

#### **3.3**

##### **Multimedia-Farbscanner**

elektrotechnisches Gerät mit einer Lichtquelle, die einen Scanbereich beleuchtet, in dem ein Original angeordnet ist, und mit einer Einrichtung, um die Farbsignale aus dem Licht, das von den angegebenen Bildelementen innerhalb des Scanbereiches reflektiert wird, in Ausgangsdaten in digitaler Form umzuwandeln

#### **3.4**

##### **Treiber-Software**

Computerfunktion zur Steuerung eines Multimedia-Farbscanners durch interne Parameter und vom Benutzer angegebene Parameter wie die Skalierung des Scans, die räumliche Auflösung usw., die eine Farbsteuerungsfunktion enthält, um die Farbsignale des Multimedia-Farbscanners in angenäherte Komponenten eines definierten Farbraumes wie dem sRGB-Farbraum in IEC 61966-2-1 oder einem geräteunabhängigen Farbraum wie dem XYZ-Farbraum nach CIE 1931 oder dem CIELAB-Farbraum in CIE 15.2 zu konvertieren

#### **3.5**

##### **Lichtstrom**

einfallende Strahlungsleistung, bewertet durch die physikalischen spektralen Empfindlichkeiten

#### **3.6**

##### **Scanbereich**

Abmessungen des zu scannenden Bereiches, angegeben in Quadratcentimetern oder der Anzahl der in vertikaler und horizontaler Richtung aufgelösten Bildelemente, von denen digitale Bilddaten am Ausgang verfügbar sind

#### **3.7**

##### **räumliche Auflösung**

Anzahl von Bildelementen, die für die Beschreibung eines Bildbereiches mit fester räumlicher Größe benutzt werden

#### **3.8**

##### **Skalierung eines Scans**

Vergrößerung oder Verkleinerung eines Stückes des Scanbereiches und entsprechender Bilddaten

### 3.9

#### Vorlage

Bild, das aus Graufeldern oder Farbfeldern zusammengesetzt ist, zur Verwendung bei Messungen für die Beschreibung von Multimedia-Farbscannern

### 3.10

#### Original

Auflichtmaterial, zum Beispiel ein abzutastendes Blatt Papier, eine Photographie, ein Ausdruck usw., um davon entsprechende rote, grüne und blaue Daten zu erhalten

## 4 Buchstaben und Symbole

Die in diesem Teil der IEC 61966 einheitlich angewendeten Bezeichnungen sind nachstehend aufgelistet.

- $\Phi_R$ : normierter Lichtstrom, der von der Vorlage reflektiert und von dem roten Kanal erfasst wurde. Für die Definition des Lichtstromes siehe auch 3.5
- $\Phi_G$ : normierter Lichtstrom, der von der Vorlage reflektiert und von dem grünen Kanal erfasst wurde. Für die Definition des Lichtstromes siehe auch 3.5
- $\Phi_B$ : normierter Lichtstrom, der von der Vorlage reflektiert und von dem blauen Kanal erfasst wurde. Für die Definition des Lichtstromes siehe auch 3.5
- $D_R$ : ganzzahlige Daten, vom roten Kanal des Multimedia-Farbscanners, über mehr als  $10 \times 10$  Bildelemente aus den Mitten der Farbfelder der Vorlage gemittelt
- $D_G$ : ganzzahlige Daten, vom grünen Kanal des Multimedia-Farbscanners, über mehr als  $10 \times 10$  Bildelemente aus den Mitten der Farbfelder der Vorlage gemittelt
- $D_B$ : ganzzahlige Daten, vom blauen Kanal des Multimedia-Farbscanners, über mehr als  $10 \times 10$  Bildelemente aus den Mitten der Farbfelder der Vorlage gemittelt
- $d_R$ : auf  $2^N - 1$  normierte  $D_R$
- $d_G$ : auf  $2^N - 1$  normierte  $D_G$
- $d_B$ : auf  $2^N - 1$  normierte  $D_B$
- $N$ : Anzahl der Bits je Kanal
- $Y$ : Helligkeitsfaktor. Einer der Normfarbwerte im XYZ-Farbraum nach CIE 1931 mit der Bezugslichtart E
- $\lambda_n$ : die  $n$ -te Wellenlänge in der Mitte eines 10-nm-Wellenlängenbandes
- $S_n$ : spektrale Leistung einer eingebauten Lichtquelle bei der Mittenwellenlänge  $\lambda_n$
- $p_{R_n}$ : physikalische spektrale Empfindlichkeiten bei der Mittenwellenlänge  $\lambda_n$  des roten Kanals
- $p_{G_n}$ : physikalische spektrale Empfindlichkeiten bei der Mittenwellenlänge  $\lambda_n$  des grünen Kanals
- $p_{B_n}$ : physikalische spektrale Empfindlichkeiten bei der Mittenwellenlänge  $\lambda_n$  des blauen Kanals
- $s_{R_n}$ : effektive spektrale Empfindlichkeiten bei der Mittenwellenlänge  $\lambda_n$  als Antwortkurve auf den durch den roten Kanal erfassten Lichtstrom; sie ist eine lineare Kombination von  $p_{R_n}$ ,  $p_{G_n}$  und  $p_{B_n}$
- $s_{G_n}$ : effektive spektrale Empfindlichkeiten bei der Mittenwellenlänge  $\lambda_n$  als Antwortkurve auf den durch den grünen Kanal erfassten Lichtstrom; sie ist eine lineare Kombination von  $p_{R_n}$ ,  $p_{G_n}$  und  $p_{B_n}$
- $s_{B_n}$ : effektive spektrale Empfindlichkeiten bei der Mittenwellenlänge  $\lambda_n$  als Antwortkurve auf den durch den blauen Kanal erfassten Lichtstrom; sie ist eine lineare Kombination von  $p_{R_n}$ ,  $p_{G_n}$  und  $p_{B_n}$
- $r_{k_n}$ : spektraler Reflexionsgrad des  $k$ -ten Farbfeldes bei der Mittenwellenlänge  $\lambda_n$
- $K$ : Anzahl der verwendbaren Farbfelder

## 5 Bedingungen

### 5.1 Allgemeine Bedingungen

Wenn nicht anders festgelegt, müssen automatische Funktionen abgeschaltet sein, um zu verhindern, dass ein Farbscanner automatisch auf die Scanvorlage anspricht und die Scanbedingungen einstellt. Diese Bedingungen dürfen während der Messzeit nicht geändert werden.

Die Skalierung des Scans muss auf eins und die Auflösung beim Scannen auf maximale räumliche Auflösung gestellt werden. Der Multimedia-Farbscanner muss 1 h vor der Messung eingeschaltet werden, ausgenommen bei der Messung nach Abschnitt 12.

Umgebungsbedingungen wie Temperatur und relative Luftfeuchte müssen zusammen mit den Messergebnissen angegeben werden. Bei gegebenenfalls zusätzlichen, in diesem Abschnitt nicht angegebenen, Umgebungsbedingungen sollten die Angaben des Herstellers des Scanners berücksichtigt werden.

Wenn in dieser Norm nicht anders festgelegt, müssen die Messbedingungen auf die vom Hersteller als Vorgabebedingungen empfohlenen Bedingungen eingestellt werden.

### 5.2 Digitale Ausgangs-Bilddaten

Die digitalen Rot-Grün-Blau-Bilddaten  $D_R$ ,  $D_G$ , und  $D_B$ , die der Scanvorlage entsprechen, müssen als Basisdaten für die Angaben und das weitere Verarbeiten der Daten benutzt werden. Wenn die direkten Ausgangswerte vom Farbscanner nicht zur Verfügung stehen, müssen die Rot-Grün-Blau-Daten unter Verwendung der mitgelieferten oder vom Hersteller des zu messenden Gerätes angegebenen Treibersoftware berechnet werden.

Wenn eine universelle Software zur Verarbeitung der Rohdaten benutzt wird, ist der Name und die Versionsnummer zusammen mit den Messergebnissen anzugeben.

## 6 Messgeräte und Scanvorlage

### 6.1 Spektralphotometer

Für die Messungen muss ein Spektralphotometer mit den folgenden technischen Daten benutzt werden.

- a) Bereich und Stufen der Wellenlänge: Mindestbereich von 400 nm bis 700 nm in 10-nm-Stufen, Messungen über den Mindestbereich hinaus sind zulässig.
- b) Geometrie:  $45^\circ/0^\circ$  oder  $0^\circ/45^\circ$  nach ISO 5-4.

Die Richtlinien in ISO 13655 müssen, falls zutreffend, berücksichtigt werden.

### 6.2 Spektroradiometer

Für die Messung der spektralen Verteilung der eingebauten Lichtquelle in Abschnitt 7 muss ein „One-shot“-Spektroradiometer, das die spektralen Daten parallel in einer bestimmten Zeit aufnimmt, mit folgenden Spezifikationen verwendet werden.

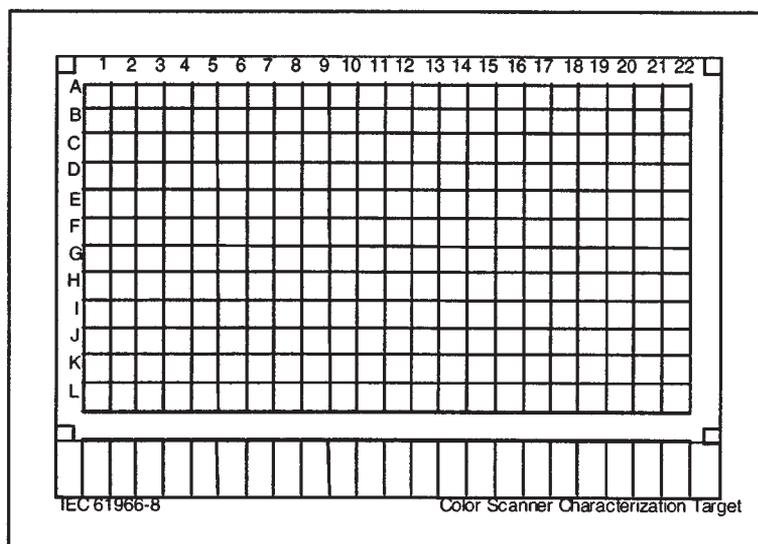
- a) Bereich und Stufen der Wellenlänge: Mindestbereich zwischen 400 nm und 700 nm bei 10-nm-Stufen, Messungen über den Mindestbereich hinaus sind zulässig.
- b) Eingebaute kalibrierte spektrale Bezugstabelle.
- c) Beweglicher Sensorkopf, der auf dem zu scannenden Bereich angebracht wird.

### 6.3 Festlegungen für die Vorlage

Für die Messungen nach den Abschnitten 8 und 10 muss eine spezielle Auflicht-Vorlage benutzt werden. Das Layout der Vorlage ist in Bild 1 dargestellt. Entsprechend ISO 12641 ist das Basisformat 12,7 cm × 17,8 cm. Es gibt 12 Zeilen und 22 Spalten von Farbfeldern mit einer Größe von 6,5 mm × 6,5 mm. Die Felder mit den Adressen A1 bis L22 sind mit ausgewählten Druckfarben hoher Sättigung und stark voneinander abweichender spektraler Reflexion ausgefüllt.

Eine Grauskala am Unterrand der Vorlage hat Helligkeits-Werte, die ISO 12641 entsprechen. Das ganz links angeordnete Feld von Stufe 1 der Grauskala (Spalte Null) hat den höchsten Helligkeitswert. Das Feld rechts der 24. Stufe (Spalte 23) der Grauskala hat den niedrigsten Helligkeitswert.

**ANMERKUNG** Für die Anwendung in dieser Norm ist es am wichtigsten, dass die neutrale Grauskala mit einem einzigen schwarzen Farbstoff gedruckt wird, um sicherzustellen, dass der spektrale Reflexionsgrad der Felder der Grauskala von hell zu dunkel sich nur um einen Helligkeitsfaktor unterscheidet.



**Bild 1 – Festlegung der Vorlage für die Kennzeichnung von Multimedia-Farbscannern**

Kalibrierte Vorlagen sind Vorlagen mit gemessener spektraler Reflexion jedes einzelnen Feldes, gemessen mit einem kalibrierten Spektralphotometers wie in 6.1 angegeben. Der Helligkeitsfaktor  $Y$  jedes Feldes der Grauskala muss auf die Lichtart E bezogen berechnet werden. Die Farbwerte jedes Farbfeldes mit den Adressen von A1 bis L22 und die Felder der Grauskala im Farbraum nach CIE 1931 oder die Werte im CIELAB-Farbraum müssen auf die Lichtart E bezogen zusammen mit der aktuellen für die Kennzeichnung benutzten Vorlage angegeben werden.

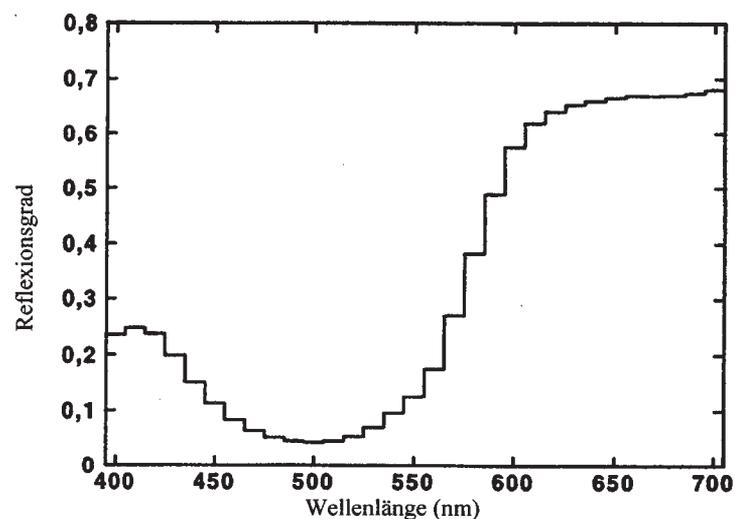
**ANMERKUNG** Die Lichtart E ist die einfachste Lichtart, die, wie in 3.1 definiert, eine gleichmäßig helle spektrale Strahlungsleistung liefert. Unter der Annahme, dass die Grauskala, wie angegeben, neutral ist, spielt es keine Rolle, welche Lichtart benutzt wird. In dem in IEC 61966-8 enthaltenen Algorithmus werden  $Y$ -Werte als relative Faktoren benutzt, die nur die relative Wiedergabe des roten, grünen und blauen Kanals der Felder der Grauskala beschreiben.

Die spektralen Reflexionen in den Wellenlängenbändern (Multiband-Reflexionen) müssen entsprechend dem Beispiel in Tabelle 1 und der graphischen Darstellung in Bild 2 in 10-nm-Intervallen von 400 nm bis 700 nm angegeben werden. Für die Normierung muss das Bezugsweiß des Spektrometers, üblicherweise Bariumsulfat oder äquivalent, benutzt werden.

**Tabelle 1 – Beispiel für die Angabe einer Spektraltabelle**

$n$	$\lambda_n$ (nm)	$r_n$	$n$	$\lambda_n$ (nm)	$r_n$
1	400	0,2358	17	560	0,1748
2	410	0,2474	18	570	0,2700
3	420	0,2377	19	580	0,3827
4	430	0,1993	20	590	0,4881
5	440	0,1517	21	600	0,5756
6	450	0,1129	22	610	0,6194
7	460	0,0827	23	620	0,6402
8	470	0,0629	24	630	0,6533
9	480	0,0507	25	640	0,6605
10	490	0,0437	26	650	0,6662
11	500	0,0419	27	660	0,6697
12	510	0,0441	28	670	0,6700
13	520	0,0526	29	680	0,6704
14	530	0,0697	30	690	0,6742
15	540	0,0957	31	700	0,6807
16	550	0,1253			

Die spektralen Werte entsprechen der spektralen Energie in dem 10-nm-Intervall um die Mittenwellenlängen.



**Bild 2 – Beispiel für die graphische Darstellung der spektralen Multiband-Reflexionen eines Farbfeldes**

## 7 Spektrale Leistungsverteilung der eingebauten Lichtquelle

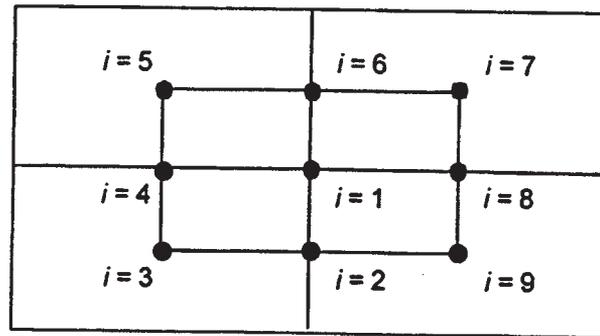
### 7.1 Zu messende Eigenschaften

Spektrale Leistungsverteilung  $S(\lambda_n) = S_n$  der eingebauten Lichtquelle, normiert mit  $S_{16}$ , für die Wellenlänge  $\lambda_n$  und für den Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm in 10-nm-Intervallen, angegeben von  $n = 1$  für das Intervall mit der Mittenfrequenz 400 nm bis  $n = 31$  für das Intervall mit der Mittenfrequenz 700 nm mit Bezug auf die Lichtart E.

**ANMERKUNG** Wenn es nicht möglich ist, die spektrale Leistungsverteilung der eingebauten Lichtquelle(n) des Multimedia-Farbscanners zu messen, kann die folgende Messung nach Abschnitt 7 übersprungen werden. Dann sollten die spektralen Eigenschaften der unbekanntes Lichtquelle nach Tabelle 2 und Bild 4 angegeben werden und als Einheit entsprechend Abschnitt 10 genommen werden.

## 7.2 Messbedingungen

Für die Messung wird der Sensorkopf des Radiospektrometers zunächst auf die Mitte des Scanbereiches (in Position  $i = 1$ ) angesetzt und dann entsprechend Bild 3 auf der Hälfte zwischen der Mitte und dem Rand des Scanbereiches in den 8 Positionen von  $i = 2$  bis  $i = 9$  gemessen.



**Bild 3 – Scanbereich und Messpunkte**

Wenn die Messpunkte aus mechanischen Gründen nicht zugänglich sind, müssen abweichende Punkte angegeben werden.

## 7.3 Darstellung der Ergebnisse

- a) Die Mittelwerte  $S_n$  der gemessenen Werte  $S_{n_i}$  der neun Messstellen,

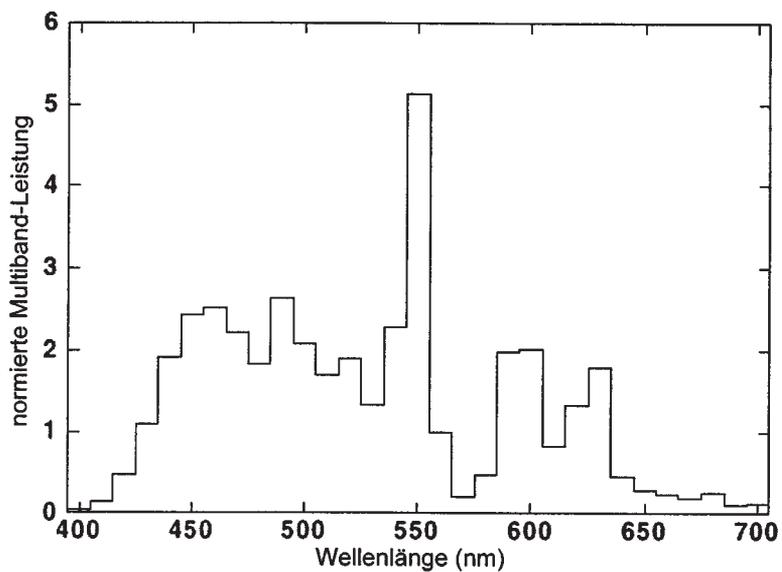
$$S_n = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^9 S_{n_i}$$

müssen berechnet und, wie in Tabelle 2 gezeigt, zusammen mit der Wellenlänge  $\lambda_n$  angegeben werden.

**Tabelle 2 – Beispiel der Tabelle der spektralen Multiband-Leistungsverteilung der Lichtquelle**

$n$	$\lambda_n$ (nm)	$S_n$	$n$	$\lambda_n$ (nm)	$S_n$
1	400	0,006	17	560	0,134
2	410	0,025	18	570	0,033
3	420	0,089	19	580	0,081
4	430	0,211	20	590	0,334
5	440	0,367	21	600	0,311
6	450	0,459	22	610	0,144
7	460	0,475	23	620	0,209
8	470	0,415	24	630	0,392
9	480	0,324	25	640	0,063
10	490	0,532	26	650	0,049
11	500	0,372	27	660	0,038
12	510	0,316	28	670	0,036
13	520	0,365	29	680	0,050
14	530	0,242	30	690	0,016
15	540	0,317	31	700	0,025
16	550	1,000			

- a) Die Mittelwerte  $S_n$  müssen auch, wie in Bild 4 als Beispiel gezeigt, graphisch dargestellt werden, wobei die horizontale Achse die Wellenlänge in Nanometer und die vertikale Achse die normierten spektralen Werte angibt.



**Bild 4 – Beispiel der spektralen Leistungsverteilung der eingebauten Lichtquelle**

## 8 Tonwert-Kennlinien

### 8.1 Zu messende Eigenschaften

Beziehung  $d_{R_i}(\Phi_{R_i})$ ,  $d_{G_i}(\Phi_{G_i})$  und  $d_{B_i}(\Phi_{B_i})$  zwischen dem normierten Lichtstrom  $\Phi_{R_i}$ ,  $\Phi_{G_i}$  und  $\Phi_{B_i}$ , der von den Graufeldern der Grauskala der Vorlage reflektiert und vom roten, grünen und blauen Kanal erfasst wird, und den digitalen Ausgangs-Bilddaten des roten, grünen und blauen Kanals, die auf ihren Maximalwert für  $N$ -bit-Quantisierung je Kanal wie folgt normiert werden:

$$d_{R_i} = D_{R_i} / (2^N - 1)$$

$$d_{G_i} = D_{G_i} / (2^N - 1)$$

$$d_{B_i} = D_{B_i} / (2^N - 1)$$

Die Graufelder werden, wie in Bild 1 gezeigt, in der Vorlage von links nach rechts durch die Spaltennummer  $i = 0$  bis  $i = 23$  angegeben.

### 8.2 Messbedingungen

- Die Vorlage muss in der Mitte des Scanbereiches auf die Oberfläche aufgelegt werden.
- Eine durch die Treibersoftware auf die digitalen Ausgangs-Bilddaten angewendete nichtlineare Funktion sollte, wenn möglich, auf identische Abbildung eingestellt werden.
- Für die Messungen des Mittelwertes des Feldes der Grauskala mit dem höchsten Reflexionsgrad sollten, wenn einstellbar, die roten, grünen und blauen Daten der Kanäle des Multimedia-Farbscanners auf 0,96 der maximalen Datenwerte eingestellt werden (245 bei 8-Bit-Quantisierung für jeden Kanal). Wenn dies nicht einstellbar ist, muss in dem Messbericht eine diesbezügliche Anmerkung gemacht werden.

### 8.3 Messverfahren

- Der spektrale Multiband-Reflexionsgrad jedes Graufeldes muss mit einem Spektralphotometer gemessen werden. Einer der Farbwerte  $Y$  im XYZ-Farbraum nach CIE 1931 für die Beleuchtung mit Lichtart E muss aus dem spektralen Reflexionsgrad berechnet und normiert werden, um  $Y_i$  so einzustellen, dass der Wert von  $Y_0 = 1,0$  wird.

**ANMERKUNG** Für diese Messungen werden die normierten  $Y_i$ -Werte verwendet, um den von dem roten, grünen und blauen Kanal erfassten normierten Lichtstrom  $\Phi$  mit den entsprechenden spektralen Empfindlichkeiten darzustellen. Dies setzt für die Graufelder der Vorlage bei den Wellenlängenbändern eine konstante spektrale Verteilung voraus und  $\Phi_{R_i} \propto Y_i$ ,  $\Phi_{G_i} \propto Y_i$  und  $\Phi_{B_i} \propto Y_i$ .

- Die Rot-Grün-Blau-Daten der Kanäle des Multimedia-Farbscanners müssen für mehr als  $10 \times 10$  Bildelemente in der Mitte des Graufeldes gemittelt werden, um für das  $i$ -te Graufeld  $D_{R_i}$ ,  $D_{G_i}$  und  $D_{B_i}$  zu erhalten.
- Das Scannen muss für jedes der Graufelder zehnmal wiederholt und die Rot-Grün-Blau-Daten der Kanäle gemittelt werden.
- Die gemessenen und gemittelten Daten müssen wie in 8.1 normiert und aufgezeichnet werden.

### 8.4 Berechnung der Ergebnisse

Eine Reihe von Koeffizienten ( $r_0, r_1, r_2, r_3, r_4$ ) des Polynoms 4. Ordnung für den roten Kanal, von Koeffizienten ( $g_0, g_1, g_2, g_3, g_4$ ) für den grünen Kanal und von Koeffizienten ( $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4$ ) für den blauen Kanal müssen entsprechend dem Verfahren der kleinsten Quadrate wie folgt berechnet werden.

$$(r_0, r_1, r_2, r_3, r_4)^t = \mathbf{M}^{-1} \left( \sum_{i=0}^{M-1} d_{R_i}, \sum_{i=0}^{M-1} d_{R_i} Y_i, \sum_{i=0}^{M-1} d_{R_i} Y_i^2, \sum_{i=0}^{M-1} d_{R_i} Y_i^3, \sum_{i=0}^{M-1} d_{R_i} Y_i^4 \right)^t \quad (1)$$

$$(g_0, g_1, g_2, g_3, g_4)^t = \mathbf{M}^{-1} \left( \sum_{i=0}^{M-1} d_{G_i}, \sum_{i=0}^{M-1} d_{G_i} Y_i, \sum_{i=0}^{M-1} d_{G_i} Y_i^2, \sum_{i=0}^{M-1} d_{G_i} Y_i^3, \sum_{i=0}^{M-1} d_{G_i} Y_i^4 \right)^t \quad (2)$$

$$(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4)^t = \mathbf{M}^{-1} \left( \sum_{i=0}^{M-1} d_{B_i}, \sum_{i=0}^{M-1} d_{B_i} Y_i, \sum_{i=0}^{M-1} d_{B_i} Y_i^2, \sum_{i=0}^{M-1} d_{B_i} Y_i^3, \sum_{i=0}^{M-1} d_{B_i} Y_i^4 \right)^t \quad (3)$$

Dabei entsprechen die Werte  $d_{R_i}$ ,  $d_{G_i}$ ,  $d_{B_i}$  den auf  $2^N - 1$  normierten Werten  $D_{R_i}$ ,  $D_{G_i}$ ,  $D_{B_i}$  und  $M$  ist die Anzahl der in der Berechnung verwendeten Graufelder.

Die gemeinsame Matrix  $\mathbf{M}$  ist, wie in Gleichung (4) definiert, eine  $5 \times 5$ -Matrix mit den Elementen  $m_{ij}$ :

$$m_{ij} = \sum_{k=0}^{M-1} Y_k^{(i-1)+(j-1)} \quad (4)$$

## 8.5 Darstellung der Ergebnisse

a) Die berechneten Koeffizienten müssen, wie in Tabelle 3 gezeigt, angegeben werden.

**Tabelle 3 – Beispiel für die Angabe der Polynomkoeffizienten des roten, grünen und blauen Kanals**

Index (i)	Roter Kanal (r <sub>i</sub> )	Grüner Kanal (g <sub>i</sub> )	Blauer Kanal (b <sub>i</sub> )
0	0,010 753	0,012 568	0,017 003
1	0,973 467	1,035 753	0,954 590
2	0,894 595	0,310 046	1,045 692
3	-1,560 279	-0,121 839	-2,004 106
4	1,217 356	0,136 919	1,453 908

b) Die Ergebnisse der Kennzeichnung der Polynome müssen in mathematischer Form mit dem Skalierungsfaktor multipliziert wie folgt angegeben werden:

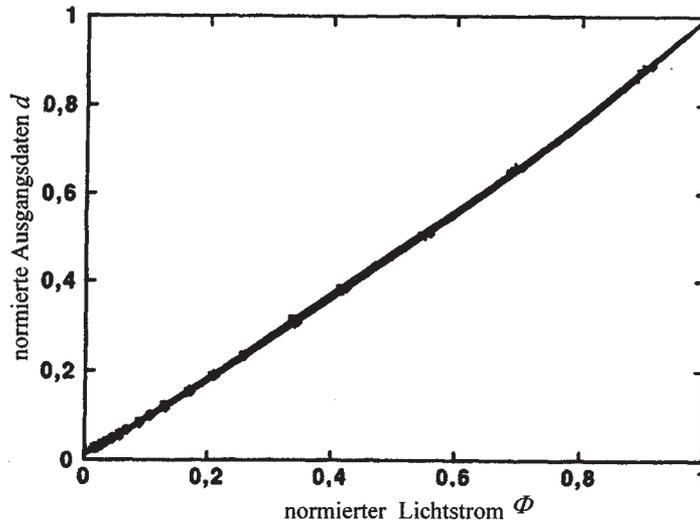
$$d_R(\Phi_R) = r_0 + r_1 \Phi_R + r_2 \Phi_R^2 + r_3 \Phi_R^3 + r_4 \Phi_R^4$$

$$d_G(\Phi_G) = g_0 + g_1 \Phi_G + g_2 \Phi_G^2 + g_3 \Phi_G^3 + g_4 \Phi_G^4 \quad (5)$$

$$d_B(\Phi_B) = b_0 + b_1 \Phi_B + b_2 \Phi_B^2 + b_3 \Phi_B^3 + b_4 \Phi_B^4$$

Die Daten  $\Phi_R$ ,  $\Phi_G$  und  $\Phi_B$ , geben den normierten vom roten, grünen und blauen Kanal erfassten Lichtstrom an. Dieses Verhalten ergibt sich aus dem von den gescannten Graufeldern reflektierten Licht, das von den Kanälen aufgenommen und mit der entsprechenden spektralen Kanalempfindlichkeit gewichtet wird.

c) Es müssen auch graphische Darstellungen, wie in Bild 4 gezeigt, angegeben werden, wobei auf den horizontalen Achsen der normierte Lichtstrom  $\Phi_R$ ,  $\Phi_G$ ,  $\Phi_B$  aufgetragen ist, und die vertikale Achse zeigt die errechneten Werte  $d_R$ ,  $d_G$ ,  $d_B$  der Polynome in Gleichung (5) mit gemessenen und normierten Werten als Punkte.



**Bild 5 – Beispiel für die Darstellung der Tonwert-Kennlinien, Ausgangsdaten als Funktion des Lichtstromes  $\Phi$**

## 9 Inverse Tonwert-Kennlinien

### 9.1 Zu berechnende Eigenschaften

Beziehung zwischen den normierten Ausgangsdaten  $d_R, d_G, d_B$  und den von dem roten, grünen und blauen Kanal erfassten normierten Lichtstrom  $\Phi_R(d_R), \Phi_G(d_G), \Phi_B(d_B)$ .

### 9.2 Berechnungsverfahren

Die Koeffizienten  $(r_0^*, r_1^*, r_2^*, r_3^*, r_4^*)$  für den roten Kanal, die Koeffizienten  $(g_0^*, g_1^*, g_2^*, g_3^*, g_4^*)$  für den grünen Kanal und die Koeffizienten  $(b_0^*, b_1^*, b_2^*, b_3^*, b_4^*)$  für den blauen Kanal der Polynome 4. Grades müssen nach der Methode der kleinsten Quadrate wie folgt berechnet werden:

$$(r_0^*, r_1^*, r_2^*, r_3^*, r_4^*)^t = \mathbf{T}_R^{-1} \left( \sum_{i=0}^{M-1} Y_i, \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{R_i}, \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{R_i}^2, \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{R_i}^3, \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{R_i}^4 \right)^t \quad (6)$$

$$(g_0^*, g_1^*, g_2^*, g_3^*, g_4^*)^t = \mathbf{T}_G^{-1} \left( \sum_{i=0}^{M-1} Y_i, \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{G_i}, \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{G_i}^2, \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{G_i}^3, \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{G_i}^4 \right)^t \quad (7)$$

$$(b_0^*, b_1^*, b_2^*, b_3^*, b_4^*)^t = \mathbf{T}_B^{-1} \left( \sum_{i=0}^{M-1} Y_i, \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{B_i}, \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{B_i}^2, \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{B_i}^3, \sum_{i=0}^{M-1} Y_i d_{B_i}^4 \right)^t \quad (8)$$

Dabei wird  $Y_i$  als Kanalanzug betrachtet und  $d_R, d_G$  und  $d_B$  sind die normierten Ausgangsdaten vom roten, grünen und blauen Kanal, die in 8.3 d) aufgezeichnet werden, und  $M$  ist die Anzahl der für die Berechnung verwendeten Daten.

$\mathbf{T}_R, \mathbf{T}_G$  und  $\mathbf{T}_B$  sind  $5 \times 5$ -Matrizen mit den Elementen  $t_{R_{ij}}, t_{G_{ij}}$  und  $t_{B_{ij}}$  von der Form:

$$t_{R_{ij}} = \sum_{k=0}^{M-1} d_{R_k}^{(i-1)+(j-1)}$$

$$t_{Gij} = \sum_{k=0}^{M-1} d_{Gk}^{(i-1)+(j-1)}$$

$$t_{Bij} = \sum_{k=0}^{M-1} d_{Bk}^{(i-1)+(j-1)} \quad (9)$$

### 9.3 Darstellung der Ergebnisse

Die berechneten Koeffizienten müssen, wie in Tabelle 5 gezeigt, als Polynom angegeben werden:

$$\Phi_R(d_R) = r_0^* + r_1^* d_R + r_2^* d_R^2 + r_3^* d_R^3 + r_4^* d_R^4$$

$$\Phi_G(d_G) = g_0^* + g_1^* d_G + g_2^* d_G^2 + g_3^* d_G^3 + g_4^* d_G^4$$

$$\Phi_B(d_B) = b_0^* + b_1^* d_B + b_2^* d_B^2 + b_3^* d_B^3 + b_4^* d_B^4 \quad (10)$$

Dabei sind die Daten  $d_R$ ,  $d_G$  und  $d_B$  die normierten Ausgangsdaten, die durch die normierten Lichtströme  $\Phi_R$ ,  $\Phi_G$  und  $\Phi_B$  erzeugt und von dem roten, grünen bzw. blauen Kanal erfasst wurden. Die Ergebnisse stellen die Polynomtransformation von den normierten Ausgangsdaten zu dem erfassten Lichtstrom des roten, grünen und blauen Kanals dar.

**Tabelle 4 – Beispiel für die Angabe der Polynomkoeffizienten des roten, grünen und blauen Kanals**

Index ( i )	Roter Kanal ( $r_i^*$ )	Grüner Kanal ( $g_i^*$ )	Blauer Kanal ( $b_i^*$ )
0			
1			
2			
3			
4			

## 10 Spektrale Empfindlichkeitskurven

### 10.1 Zu messende Eigenschaften

Effektive spektrale Empfindlichkeiten  $s_{R_n}$ ,  $s_{G_n}$ ,  $s_{B_n}$  als Multi-(Wellenlängen-)bandkurve des Lichtstromes, der vom roten, grünen und blauen Kanal erfasst wird und spektrale Über-Alles-Kurven des Multimedia-Farbscanners.

**ANMERKUNG** Der Algorithmus in Abschnitt 10 berechnet automatisch die Über-Alles-Empfindlichkeit des Multimedia-Farbscanners unter Berücksichtigung der spektralen Leistungsverteilung der eingebauten Lichtquelle, jedoch wird eine Auswirkung von starken Spitzen der tatsächlich eingebauten Lichtquelle in den Ergebnissen nicht wiedergegeben, wenn sie nicht nach Abschnitt 7 gemessen und angegeben wird. Der Algorithmus gibt Empfindlichkeiten mit begrenzter Ungleichmäßigkeit und gemittelten Spitzen wieder.

## 10.2 Messbedingungen

- a) Die Scanvorlage muss auf die Mitte des Scanbereiches gelegt werden.
- b) Ein gegebenenfalls vorhandener, auf die digitalen Ausgangs-Bilddaten angewendeter nichtlinearer Abgleich durch die Treibersoftware muss derselbe sein wie bei der Messung nach Abschnitt 8.
- c) Die Daten Rot, Grün und Blau der Kanäle des Multimedia-Farbscanners müssen für die Messung des Feldes der Grauskala mit dem größten Reflexionsgrad (Bezugsweiß) auf 0,96 des maximalen Wertes (245 bei 8-Bit-Quantisierung für jeden Kanal) eingestellt werden.

## 10.3 Messverfahren

- a) Die spektralen Kurven  $r_{ij}(\lambda_n) = r_{ij_n}$  der einzelnen Farbfelder, aus denen die Vorlage mit den Zeilennummern  $i = 1 \dots 12$  entsprechend den Zeilen A bis L und den Spaltennummern  $j = 1 \dots 22$  (siehe Bild 1) besteht, müssen mit einem Spektrometer über den Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm in den mit  $n = 1 \dots 31$  bezeichneten 10-nm-Stufen gemessen werden.
- b) Die roten, grünen und blauen Ausgangsdaten von mehr als  $10 \times 10$  Bildelementen, entsprechend der Mitte der Farbfelder, müssen gemittelt werden, um die Ausgangswerte  $D_{R_{ij}}$ ,  $D_{G_{ij}}$  bzw.  $D_{B_{ij}}$  zu erhalten.
- c) Es dürfen nur Farbfelder benutzt werden, die Ausgangsdaten  $D_{R_{ij}}$ ,  $D_{G_{ij}}$  und  $D_{B_{ij}}$  zwischen 2 % und 96 % des maximalen Wertes ergeben (d. h. zwischen 5 und 245 bei 8-Bit-Quantisierung für jeden Kanal). Die anderen Daten sind auszuschneiden. Die verbleibenden Daten werden als  $D_{R_k}$ ,  $D_{G_k}$  und  $D_{B_k}$  bezeichnet, wobei  $k = 1 \dots K$  und  $K \leq 264$  ist.

**ANMERKUNG** In der Vorlage gibt es in den Zeilen E, F, G und H 88 verschiedene Farben mit großen Werten für die Buntheit. Eine ähnliche Reihe von Farben mit verminderter Helligkeit der hellen Farben und der dunklen Farben mit kleinen Werten für die Buntheit gibt es in den Zeilen A, B, C und D (10 % Verringerung) und den Zeilen I, J, K und L (20 % Verringerung). Wenn zu viele den Farben entsprechende Ausgangsdaten der Vorlage ausgeschlossen werden, ist das Verfahren zur Kennzeichnung der Multimedia-Farbscanner in dieser Norm nicht möglich.

- d) Die normierten Werte des Lichtstromes  $\Phi_{R_k}$ ,  $\Phi_{G_k}$  und  $\Phi_{B_k}$  müssen unter Verwendung der Polynome, die den in Gleichung (10) ausgedrückten inversen Tonwertkurven entsprechen, aus den normierten Ausgangsdaten  $d_{R_k}$ ,  $d_{G_k}$ ,  $d_{B_k}$  berechnet werden.
- e) Die spektralen Multiband-Empfindlichkeitskurven des Multimedia-Farbscanners  $s_{R_n}$ ,  $s_{G_n}$ ,  $s_{B_n}$  für den roten, grünen und blauen Kanal müssen als Lösung des in Anhang A gezeigten Algorithmus für den kleinsten Fehler geschätzt werden. Dabei werden alle Kurven des spektralen Multiband-Reflexionsgrades der Farbfelder  $r_k(\lambda_n) = r_{k_n}$  und die spektrale Multiband-Leistungsverteilung  $S(\lambda_n) = S_n$  der in 7.3 angegebenen eingebauten Lichtquelle und die gemittelten und normierten roten, grünen und blauen Ausgangsdaten  $d_{R_k}$ ,  $d_{G_k}$  und  $d_{B_k}$  für das  $k$ -te Farbfeld benutzt. Wenn die spektrale Multiband-Leistungsverteilung von 7.3 nicht verfügbar ist, muss  $S_n = 1$  benutzt werden.

**ANMERKUNG** Der Schätzalgorithmus für den kleinsten Fehler basiert auf der linearen Programmierung mit dem Simplex-Algorithmus. In Anhang A wird die detaillierte Beschreibung und im Literaturverzeichnis die verfügbare Software angegeben.

## 10.4 Darstellung der Ergebnisse

- a) Die spektralen Multiband-Empfindlichkeitskurven  $s_{R_n}$ ,  $s_{G_n}$ ,  $s_{B_n}$  müssen, wie in Tabelle 5 gezeigt, zusammen mit der Stufe  $n$  und der Mittenwellenlänge  $\lambda_n$  angegeben werden.

**Tabelle 5 – Beispiel für die Angabe der Multiband-Empfindlichkeitskurven**

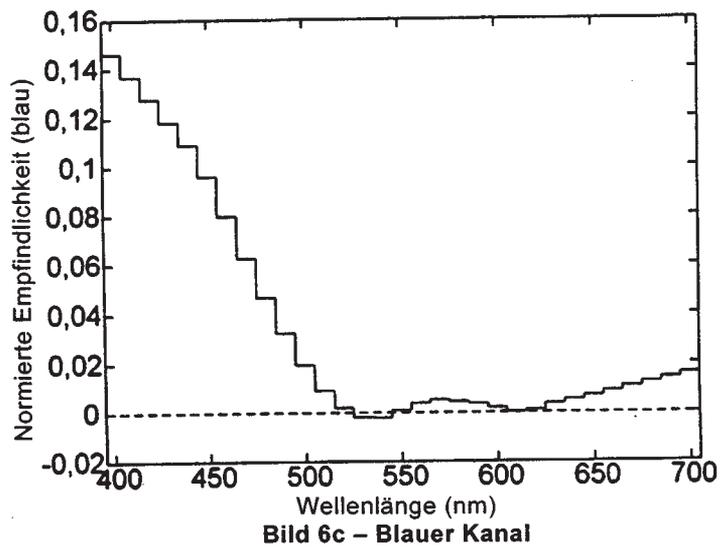
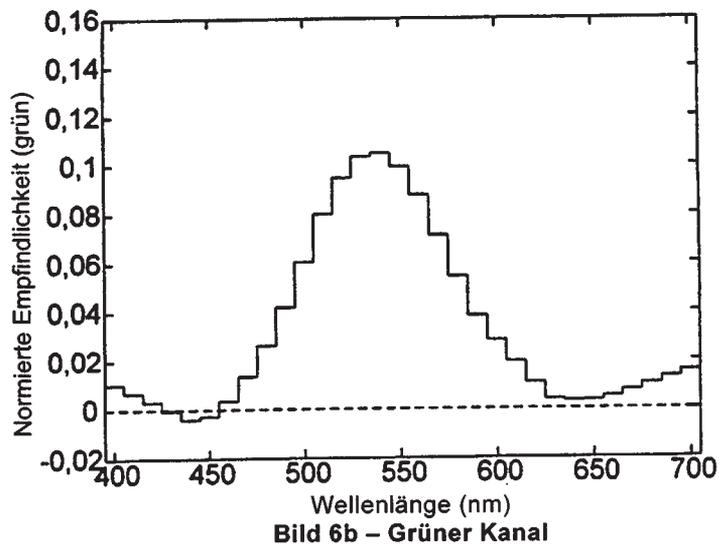
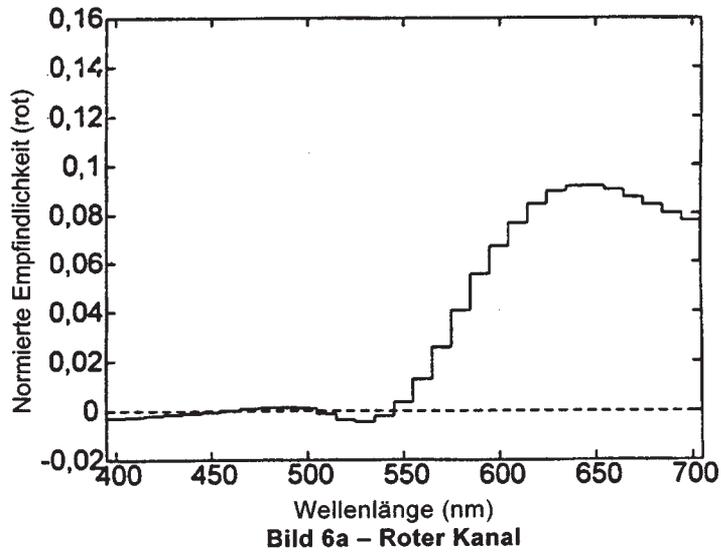
$n$	$\lambda_n$	$s_{R_n}$	$s_{G_n}$	$s_{B_n}$
1	400	-0,002 971	0,010 477	0,146 219
2	410	-0,002 512	0,006 859	0,136 913
3	420	-0,002 052	0,003 241	0,127 606
4	430	-0,001 593	-0,000 378	0,118 300
5	440	-0,001 133	-0,003 996	0,108 994
6	450	-0,000 516	-0,002 730	0,096 202
7	460	0,000 260	0,003 422	0,079 917
8	470	0,000 952	0,013 436	0,062 620
9	480	0,001 316	0,026 288	0,046 794
10	490	0,001 353	0,041 977	0,032 439
11	500	0,001 062	0,060 504	0,019 553
12	510	-0,001 193	0,080 104	0,008 976
13	520	-0,003 607	0,094 817	0,001 892
14	530	-0,004 480	0,103 493	-0,001 775
15	540	-0,002 112	0,104 982	-0,002 097
16	550	0,003 498	0,099 285	0,000 925
17	560	0,012 686	0,087 826	0,003 839
18	570	0,025 601	0,071 230	0,005 133
19	580	0,040 398	0,054 249	0,004 498
20	590	0,055 245	0,038 145	0,003 618
21	600	0,066 608	0,028 202	0,001 875
22	610	0,076 271	0,019 410	0,000 207
23	620	0,083 991	0,010 743	0,001 095
24	630	0,089 376	0,003 800	0,003 577
25	640	0,091 276	0,003 020	0,005 196
26	650	0,091 477	0,003 389	0,006 890
27	660	0,089 978	0,004 908	0,008 658
28	670	0,086 779	0,007 578	0,010 501
29	680	0,083 580	0,010 247	0,012 344
30	690	0,080 381	0,012 917	0,014 186
31	700	0,077 183	0,015 586	0,016 029

- b) Die Empfindlichkeitskurven müssen auch, wie in Bild 6<sup>N1)</sup> als Beispiel gezeigt, stufenförmig mit bei den Wellenlängen von 400 nm bis 700 nm zentrierten Bändern in 10-nm-Intervallen dargestellt werden.
- c) Es müssen auch die Über-Alles-Multiband-Empfindlichkeitskurven  $S_n s_{R_n}$ ,  $S_n s_{G_n}$  und  $S_n s_{B_n}$  wie in Bild 7<sup>N2)</sup> gezeigt angegeben werden, wobei die spektrale Multiband-Leistungsverteilung der eingebauten Lichtquelle nach 7.3 zu berücksichtigen ist.

**ANMERKUNG** Wenn die spektrale Multiband-Leistungsverteilung der eingebauten Lichtquelle nicht nach 7.3 gemessen und angegeben wird, ist dieser Punkt nicht anwendbar.

<sup>N1)</sup> Nationale Fußnote: In IEC 61966-8 falscher Verweis auf „Bild 5“.

<sup>N2)</sup> Nationale Fußnote: In IEC 61966-8 falscher Verweis auf „Bild 6“.



**Bild 6 – Beispiel der spektralen Multiband-Empfindlichkeit  $s_R$ ,  $s_G$  und  $s_B$**

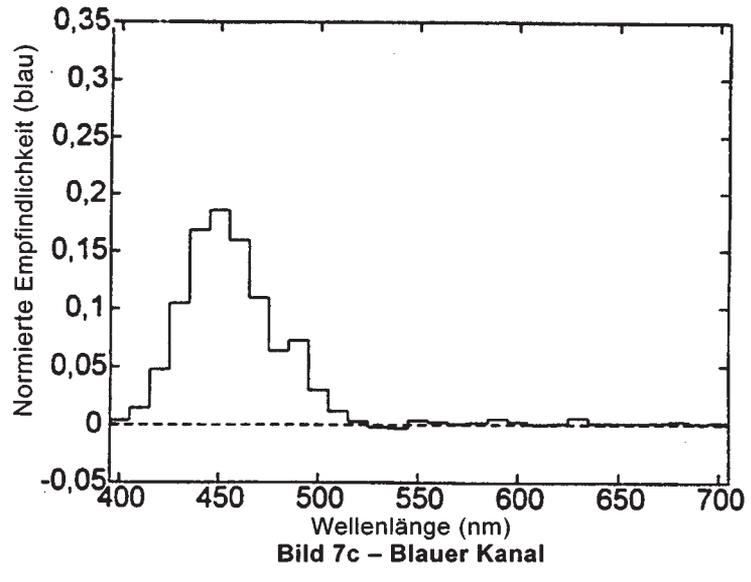
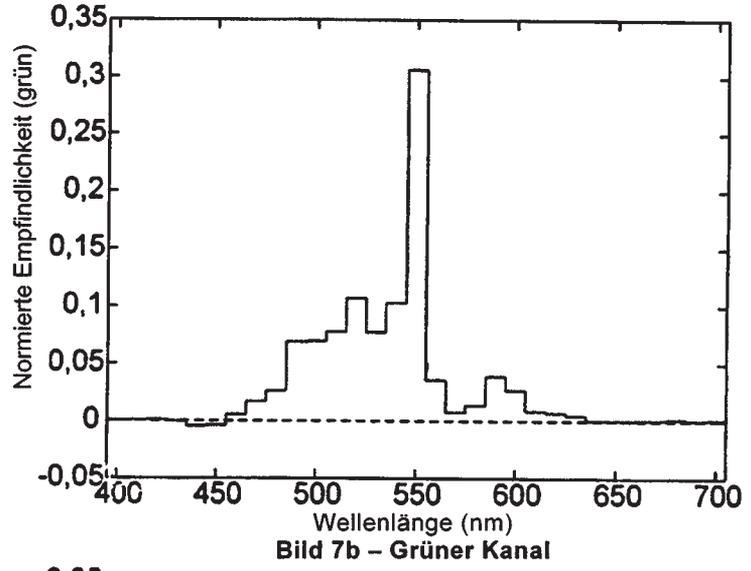
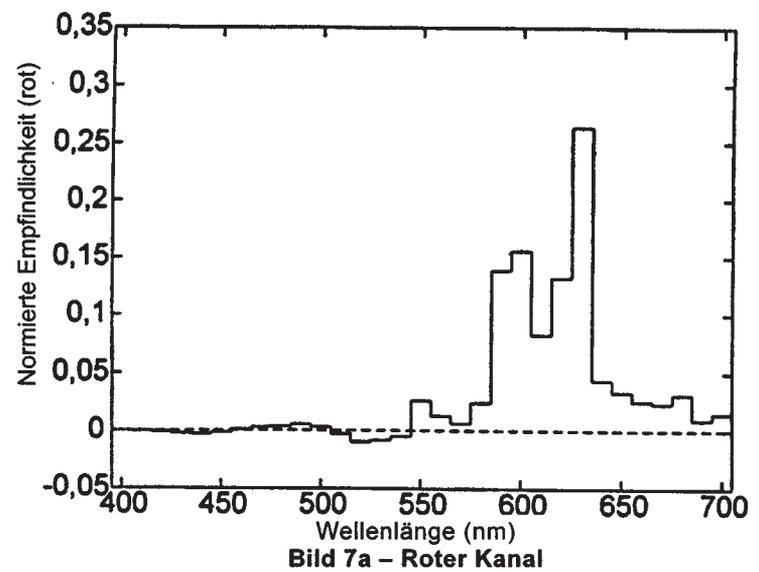


Bild 7 – Beispiel für die Darstellung der spektralen Über-Alles-Multiband-Empfindlichkeit,  
 $S_n^{S_{R_n}}$ ,  $S_n^{S_{G_n}}$  und  $S_n^{S_{B_n}}$

## 11 Räumliche Ungleichmäßigkeit

### 11.1 Zu messende Eigenschaften

Die Farbwiedergabe in Abhängigkeit von der Scanposition.

### 11.2 Messbedingungen

- a) Für die Messung muss als Vorlage ein graues Blatt Papier mit einem Reflexionsgrad zwischen 60 % und 80 % benutzt werden.

ANMERKUNG Es wird empfohlen, dass die Gleichmäßigkeit des Grautons zwischen der Mitte des Papiers (Punkt 13) und den anderen 24 Punkten auf dem Papier  $\Delta E^*_{ab} \leq 0,5$  betragen sollte.

- b) Die Vorlage muss in der Mitte des Scanbereiches so auf die Oberfläche gelegt werden, dass so weit wie möglich zwischen Vorlage und Oberfläche kein Abstand oder Luftspalt besteht.

### 11.3 Messverfahren

- a) Die gleichmäßig graue Vorlage muss gescannt und der Mittelwert von jeweils mehr als  $10 \times 10$  Bildelementen berechnet und mit Zusatzgeräten an den 25 in Bild 8<sup>N3)</sup> gekennzeichneten Punkten aufgezeichnet werden, wobei  $h$  und  $w$  die Höhe bzw. die Breite der gesamten Scanbereiches sind.

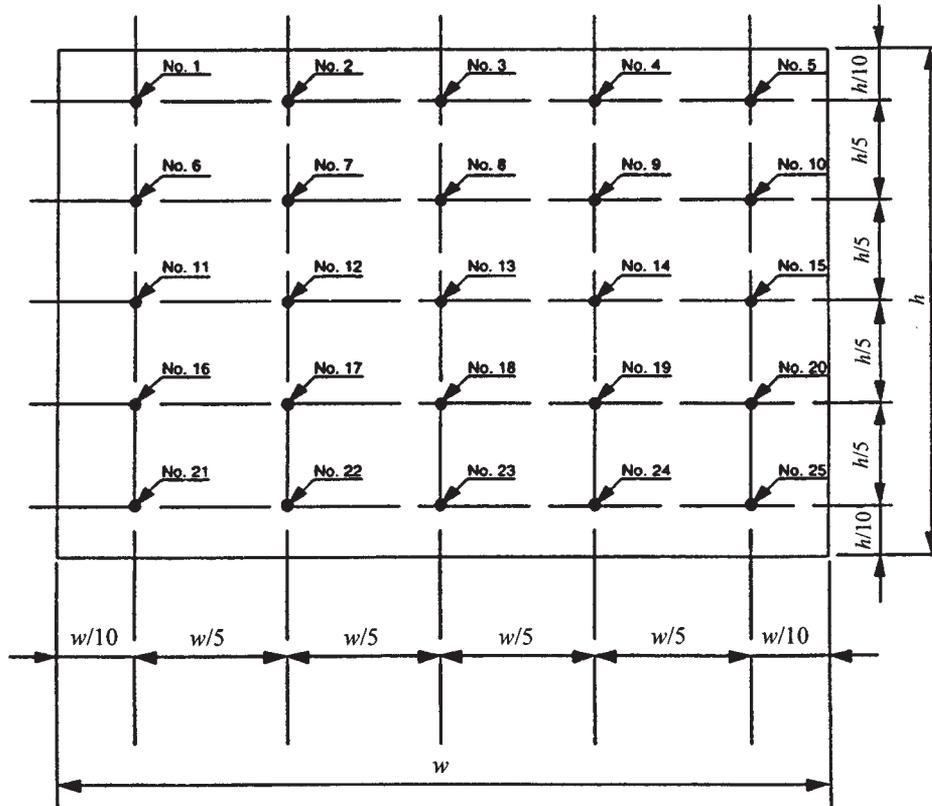


Bild 8 – Messpunkte für die räumliche Ungleichmäßigkeit

ANMERKUNG Wenn eine einzelne Seite der Scanvorlage nicht den gesamten Scanbereich überdeckt, darf dieselbe Vorlage so verschoben werden, dass die Daten von der gesamten Fläche erfasst werden können.

<sup>N3)</sup> Nationale Fußnote: In IEC 61966-8 falscher Verweis auf „Bild 7“.

- b) Wenn die farbmetriche RGB-Festlegung des zu messenden Gerätes vom Hersteller nicht zur Verfügung gestellt wird, müssen die Ausgangsdaten  $D_{R_i}$ ,  $D_{G_i}$  und  $D_{B_i}$ , die der Position  $i$  entsprechen, verwendet und die mittleren quadratischen Abweichungen vom Mittelpunkt ( $i = 13$ ) für jede Komponente berechnet werden.
- c) Alternativ müssen die in CIE 15.2 definierten Farbwerte  $X_i$ ,  $Y_i$  und  $Z_i$ , aufgrund der vom Hersteller des Multimedia-Farbscanners mitgelieferten RGB-Festlegungen, berechnet werden. Dann sind die folgenden Farbabweichungen in dem CIE-1976-UCS- und CIE-1976- $L^*a^*b^*$ -Farbraum, bezogen auf die Daten  $X_{13}$ ,  $Y_{13}$ ,  $Z_{13}$ , die der Mitte des Scanbereiches entsprechen, zu berechnen.

$$\Delta u'_i = u'_i - u'_{13}$$

$$\Delta v'_i = v'_i - v'_{13}$$

$$\Delta u'_i v'_i = \sqrt{\Delta u'^2_i + \Delta v'^2_i}$$

$$\Delta L^*_i = L^*_i - L^*_{13}$$

$$\Delta C^*_{abj} = \sqrt{a_i^{*2} + b_i^{*2}} - \sqrt{a_{13}^{*2} + b_{13}^{*2}}$$

Dabei sind  $u'$ ,  $v'$  und  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  in CIE 15.2 wie folgt definiert

$$u'_i = \frac{4X_i}{X_i + 15Y_i + 3Z_i}$$

$$v'_i = \frac{9Y_i}{X_i + 15Y_i + 3Z_i}$$

$$L^*_i = 116 \left( \frac{Y_i}{Y_{13}} \right)^{\frac{1}{3}} - 16$$

$$a^*_i = 500 \left\{ \left( \frac{X_i}{X_{13}} \right)^{\frac{1}{3}} - \left( \frac{Y_i}{Y_{13}} \right)^{\frac{1}{3}} \right\}$$

$$b^*_i = 200 \left\{ \left( \frac{Y_i}{Y_{13}} \right)^{\frac{1}{3}} - \left( \frac{Z_i}{Z_{13}} \right)^{\frac{1}{3}} \right\}$$

ANMERKUNG Diese Gleichungen sind für  $\frac{X_i}{X_{13}} \geq 0,008856$ ,  $\frac{Y_i}{Y_{13}} \geq 0,008856$  und  $\frac{Z_i}{Z_{13}} \geq 0,008856$  gültig.

## 11.4 Darstellung der Ergebnisse

Die Originaldaten  $D_R$ ,  $D_G$  und  $D_B$  und die entsprechenden mittleren quadratischen Abweichungen oder die errechneten Ergebnisse  $\Delta u'$ ,  $\Delta v'$ ,  $\Delta u'v'$ ,  $\Delta L'$  und  $\Delta C^*_{ab}$  für  $1 \leq i \leq 25$  müssen als Maßzahlen für die Ungleichmäßigkeit, zusammen mit dem Reflexionsgrad der gleichmäßig grauen Vorlage – wie in Tabelle 6 – gezeigt angegeben werden. Für die Interpretation und die Anforderung an die Werte von  $\Delta u'v'$  muss auf ISO 9241-8 Bezug genommen werden.

**Tabelle 6 – Angabe für die Messung der räumlichen Ungleichmäßigkeit**

$i$	$D_R$	$D_G$	$D_B$	$\Delta u'$	$\Delta v'$	$\Delta u'v'$	$\Delta L^*$	$\Delta C^*_{ab}$
1	246,63	247,81	247,44	-0,00048	-0,00071	0,00086	0,84	0,62
2	242,19	242,63	241,81	-0,00014	-0,00036	0,00039	-0,92	0,30
3	243,19	242,88	241,50	0,00023	0,00006	0,00023	-0,79	0,18
4	243,19	243,75	242,00	-0,00015	0,00020	0,00025	-0,56	0,23
5	247,88	246,75	245,88	0,00056	-0,00019	0,00059	0,63	0,53
6	248,06	249,31	248,88	-0,00051	-0,00068	0,00085	1,35	0,60
7	238,75	239,25	238,75	-0,00018	-0,00056	0,00059	-2,09	0,46
8	244,63	244,19	242,13	0,00031	0,00049	0,00058	-0,34	0,41
9	242,94	243,50	242,19	-0,00017	-0,00007	0,00018	-0,63	0,13
10	248,50	248,75	246,75	0,00000	0,00036	0,00036	1,19	0,32
11	250,44	251,06	250,75	-0,00024	-0,00070	0,00074	2,01	0,56
12	244,63	245,44	245,44	-0,00034	-0,00091	0,00097	0,05	0,73
13	245,06	245,25	243,88	0,00000	0,00000	0,00000	0,00	0,00
14	246,63	248,00	246,50	-0,00052	-0,00004	0,00052	0,86	0,42
15	250,13	250,88	249,13	-0,00023	0,00016	0,00028	1,90	0,28
16	251,44	252,25	252,06	-0,00032	-0,00079	0,00085	2,41	0,64
17	246,31	246,81	246,00	-0,00016	-0,00038	0,00041	0,53	0,31
18	248,38	247,44	246,06	0,00050	0,00010	0,00051	0,84	0,40
19	245,19	246,00	244,88	-0,00029	-0,00021	0,00036	0,22	0,25
20	250,25	250,63	249,50	-0,00009	-0,00018	0,00021	1,86	0,15
21	251,25	251,63	251,44	-0,00013	-0,00075	0,00076	2,23	0,61
22	246,19	246,00	245,63	0,00012	-0,00058	0,00059	0,31	0,53
23	247,13	247,31	246,50	-0,00002	-0,00035	0,00035	0,73	0,29
24	246,19	247,00	246,06	-0,00030	-0,00033	0,00044	0,57	0,31
25	251,13	252,06	249,75	-0,00029	0,00047	0,00055	2,28	0,55

## 12 Mittelfristige Instabilität

### 12.1 Zu messende Eigenschaften

Die Instabilität der Ausgangsdaten nach Einschalten des Multimedia-Farbscanners.

### 12.2 Messbedingungen

- Der zu messende Farbscanner muss vor jeder Messung länger als 2 h ausgeschaltet sein.
- Die Skalierung des Gerätes muss auf 1 und die Auflösung beim Scannen auf die maximale optische Auflösung gestellt werden.
- Als Vorlage für die Messung muss wie in 11.2 ein gleichmäßig graues Blatt Papier benutzt werden.
- Die Vorlage muss in der Mitte des Scanbereiches mit engem Kontakt auf die Auflage des Multimedia-Farbscanners gelegt werden.

### 12.3 Messverfahren

- Die Vorlage muss auf den Scanbereich gelegt werden.
- Der Multimedia-Farbscanner muss eingeschaltet werden.
- Der kleine Vorlagenbereich ungefähr in der Mitte des Scanbereiches muss nach 1 min und 120 min lang jede Minute gescannt werden.
- Die Ausgangsdaten, die für jeden einzelnen roten, grünen und blauen Kanal mehr als  $10 \times 10$  Bildelementen entsprechen, müssen gemittelt und als  $D_R$ ,  $D_G$  und  $D_B$  aufgezeichnet werden.

### 12.4 Darstellung der Ergebnisse

Die gemessenen Daten  $D_R$ ,  $D_G$  und  $D_B$  müssen auf ihren Mittelwert normiert und, wie in Bild 9<sup>N4)</sup> als Beispiel gezeigt, angegeben werden.

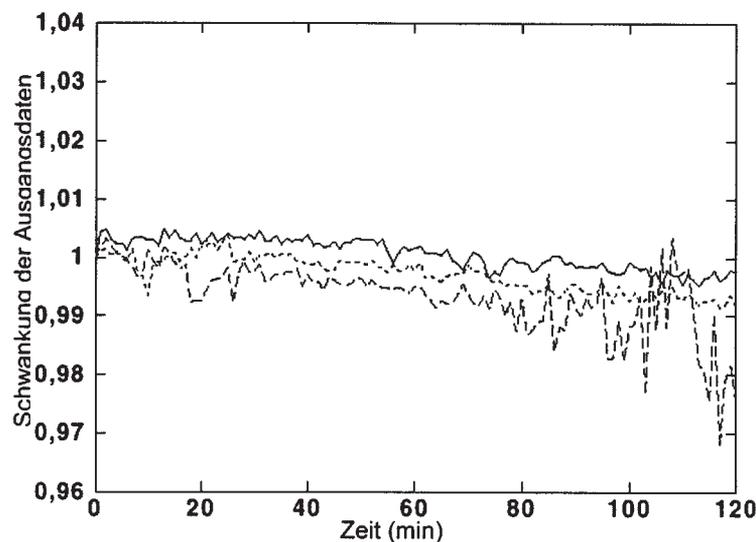


Bild 9 – Beispiel für die Darstellung der mittelfristigen Instabilität

## 13 Übersprechen über große Bereiche

### 13.1 Zu messende Eigenschaften

Abhängigkeit der digitalen Ausgangsdaten eines Farbfeldes vom Reflexionsgrad der umgebenden Bereiche.

### 13.2 Messbedingungen

- Für die Messungen muss eine Vorlage nach Bild 10<sup>N5)</sup> mit 15 Messfeldern benutzt werden. Die Vorlage muss auf einem Blatt nichtfluoreszierenden Papiers gedruckt sein. Die Messfelder müssen gleichmäßig grau mit einem Reflexionsgrad zwischen 20 % und 40 % sein. Die Farbunterschiede  $\Delta E^*_{ab}$  zwischen den 15 Messfeldern müssen  $\Delta E^*_{ab} \leq 0,5$  sein. Die weißen Bereiche der Vorlage haben den Reflexionsgrad des Papiers und die dunklen Bereiche sind schwarz mit maximaler Dichte des Drucksystems. Die Vorlage muss so vergrößert oder verkleinert werden, dass sie zu einem Abtastfeld des zu prüfenden Multimedia-Farbscanners passt.

<sup>N4)</sup> Nationale Fußnote: In IEC 61966-8 falscher Verweis auf „Bild 8.“

<sup>N5)</sup> Nationale Fußnote: In IEC 61966-8 falscher Verweis auf „Bild 9“.

- b) Die Vorlage muss in der Mitte des Scanbereiches so auf die Oberfläche gelegt werden, dass so weit wie möglich zwischen Vorlage und Oberfläche kein Abstand oder Luftspalt besteht.

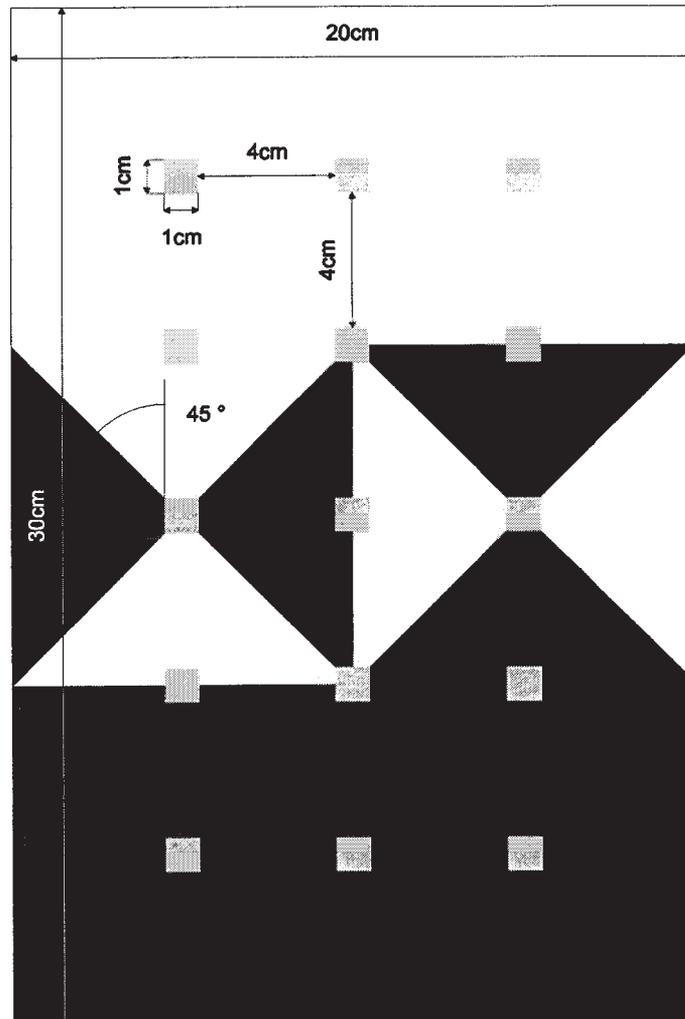


Bild 10 – Vorlage für die Messung des räumlichen Übersprechens

### 13.3 Messverfahren

- a) Die Vorlage muss dreimal in der einen Richtung und dreimal in der entgegengesetzten Richtung gescannt werden, nachdem die Vorlage um 180° gedreht wurde. Die Mittelwerte von 10 × 10 Bildelementen in der Mitte von jedem der 15 Farbfelder nach Bild 10<sup>N6)</sup> müssen als Ausgangsdaten  $D_{R_p}$ ,  $D_{G_p}$  und  $D_{B_p}$  für  $1 \leq p \leq 15$  aufgezeichnet werden.
- b) Die Ausgangsdaten der Graufelder müssen gemittelt werden, um die Mittelwerte der Daten zu erhalten  $\langle D_R \rangle = \frac{1}{15} \sum_{p=1}^{15} D_{R_p}$ ,  $\langle D_G \rangle = \frac{1}{15} \sum_{p=1}^{15} D_{G_p}$  und  $\langle D_B \rangle = \frac{1}{15} \sum_{p=1}^{15} D_{B_p}$ .
- c) Die Maximaldaten  $D_{R_{\max}}$ ,  $D_{G_{\max}}$  und  $D_{B_{\max}}$ , die Minimaldaten  $D_{R_{\min}}$ ,  $D_{G_{\min}}$  und  $D_{B_{\min}}$  und die relativen Unterschiede zwischen diesen Werten im roten, grünen und blauen Kanal müssen als Prozentpunkte  $\frac{\Delta D_R}{\langle D_R \rangle} \times 100$ ,  $\frac{\Delta D_G}{\langle D_G \rangle} \times 100$  und  $\frac{\Delta D_B}{\langle D_B \rangle} \times 100$  berechnet werden.

<sup>N6)</sup> National Fußnote: In IEC 61966-8 falscher Verweis auf „Bild 8“.

- d) Die relative Standardabweichung, die sich aus allen Feldern ergibt, muss als Prozentpunkte berechnet

werden:  $100 \sqrt{\frac{1}{15} \sum_{p=1}^{15} \left( \frac{D_{R_p}}{D_R} \right)^2} - 1$ ,  $100 \sqrt{\frac{1}{15} \sum_{p=1}^{15} \left( \frac{D_{G_p}}{D_G} \right)^2} - 1$  und  $100 \sqrt{\frac{1}{15} \sum_{p=1}^{15} \left( \frac{D_{B_p}}{D_B} \right)^2} - 1$ .

**ANMERKUNG** Eingehende Analysen des Übersprechens über große Bereiche zeigen, dass die Wirkung an einem zu prüfenden Farbfeld ungefähr proportional zu dem Reflexionsgrad des Farbfeldes ist.

### 13.4 Darstellung der Ergebnisse

- a) Die Originaldaten  $D_{R_p}$ ,  $D_{G_p}$  und  $D_{B_p}$  müssen wie in Tabelle 7 gezeigt angegeben werden.

**Tabelle 7 – Angabe der Messung des räumlichen Übersprechens**

$p$	$D_R$	$D_G$	$D_B$
1	186,33	189,04	203,71
2	186,68	189,64	205,22
3	186,40	189,36	204,25
4	187,80	190,19	205,42
5	181,02	183,18	199,02
6	179,05	181,02	196,37
7	176,69	178,90	192,52
8	178,97	181,57	196,00
9	183,58	188,23	202,21
10	178,64	182,17	195,56
11	173,79	177,47	191,26
12	171,21	174,91	188,45
13	166,27	168,18	181,27
14	167,44	169,38	183,61
15	169,77	173,03	187,49

- b) Der Mittelwert der Daten, das Übersprechen, das durch die relativen Unterschiede zwischen Maximal- und Minimaldaten in Prozentpunkten angegeben wird, und die in Prozentpunkten angegebenen relativen Standardabweichungen müssen so wie in Tabelle 8 als Beispiel gezeigt angegeben werden.

**Tabelle 8 – Angabe der Mittelwerte der Daten und des durch die relativen maximalen Unterschiede ausgedrückten maximalen Übersprechens und der relativen Standardabweichung der Daten im roten, grünen und blauen Kanal (8 Bits je Kanal)**

	roter Kanal	grüner Kanal	blauer Kanal
Mittelwert der Daten	178,26	181,1	195,5
relativer maximaler Unterschied (%)	12,1	12,1	12,4
relative Standardabweichung (%)	4,1	4,1	4,1

**ANMERKUNG** Die Genauigkeit der spektralen Charakterisierung von Multimedia-Farbscannern entsprechend den Abschnitten 8 und 9 wird durch das räumliche Übersprechen mit den vorstehend geschätzten Worst-Case-Werten begrenzt.

## Anhang A (normativ)

### Schätzen der Empfindlichkeiten in den Wellenlängenbändern (Multiband-Empfindlichkeiten)

#### A.1 Zu bestimmende Größen

Die effektiven spektralen Empfindlichkeiten von Multimedia-Farbscannern  $s_{R_n}$ ,  $s_{G_n}$  und  $s_{B_n}$  bei der Mittenwellenlänge  $\lambda_n$  als Darstellung der Empfindlichkeiten in den Wellenlängenbändern des roten, grünen und blauen Kanals; und die integrierte 3x3-Kanalverkopplungsmatrix  $C$  mit den Elementen  $c_{ij}$  für die  $i$ -te Zeile und die  $j$ -te Spalte, die die Beziehung zwischen den effektiven spektralen Empfindlichkeiten und den physikalischen Empfindlichkeiten  $p_{R_n}$ ,  $p_{G_n}$  und  $p_{B_n}$   $s_{B_n}$  bei der Mittenwellenlänge  $\lambda_n$  des roten, grünen und blauen Kanals nach Gleichung (A.1) bestimmt.

$$\begin{pmatrix} p_{R_n} \\ p_{G_n} \\ p_{B_n} \end{pmatrix} = C \begin{pmatrix} s_{R_n} \\ s_{G_n} \\ s_{B_n} \end{pmatrix} \quad (\text{A.1})$$

**ANMERKUNG** Wenn es zwischen den Kanälen keine integrierte Verkopplungsmatrix gibt, sind die physikalischen und effektiven spektralen Empfindlichkeiten identisch und die Matrix  $C$  wird die Einheitsmatrix.

#### A.2 Eingabe für den Algorithmus

- a) Die effektiven spektralen Multiband-Anregungen  $r_k^*(\lambda_n) = r_{k_n}^*$ , die in Gleichung (A.2) der Messfelder der Vorlage ( $k = 1 \dots K$ ) über dem Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm in 10-nm-Stufen  $n = 1 \dots 31$  definiert sind. Der effektive spektrale Multiband-Reflexionsgrad wird aus dem spektralen Multiband-Reflexionsgrad  $r_k(\lambda_n) = r_{k_n}$  der Messfelder und der spektralen Leistungsverteilung  $S(\lambda_n) = S_n$  der in 7.3 angegeben eingebauten Lichtquelle nach Gleichung (A.2) berechnet:

$$r_{k_n}^* = S_n r_{k_n} \quad (\text{A.2})$$

Wenn die spektrale Leistungsverteilung der eingebauten Lichtquelle des Multimedia-Farbscanners in 7.3 nicht angegeben wird, muss  $S_n$  für alle  $n$  auf die Einheit eingestellt werden.

**ANMERKUNG** Der Algorithmus dieser Norm berechnet automatisch die Über-Alles-Empfindlichkeit des Multimedia-Farbscanners einschließlich der Leistungsverteilung der Lichtquelle, jedoch werden in diesem Fall starke Spitzen der tatsächlichen Lichtquelle in den Ergebnissen nicht wiedergegeben. Der Algorithmus dieser Norm gibt Empfindlichkeiten mit begrenzter Ungleichmäßigkeit und gemittelten Spitzen wieder.

- b) Der normierte Lichtstrom am Eingang des roten, grünen und blauen Kanals  $\Phi_{R_k}$ ,  $\Phi_{G_k}$  und  $\Phi_{B_k}$ , aus den normierten Ausgangsdaten  $d_{R_k}$ ,  $d_{G_k}$ ,  $d_{B_k}$  nach der Gleichung (10) invers berechnet.
- c) Die diagonalen Elemente der Kanalverkopplungsmatrix  $C$ ,  $c_{ij} = 1$  für  $i = j$ .
- d) Die Bewertungsfaktoren  $w_N$ ,  $w_{N_{\max}}$ ,  $w_P$  und  $w_{P_{\max}}$ , die die Bewertung der entsprechenden internen Parameter der objektiven Funktion angeben, die in Gleichung (A.4) für eine optimale Schätzung der spektralen Multiband-Empfindlichkeiten definiert sind.

**ANMERKUNG** Für niedrige Störpegel von Multimedia-Farbscannern sollten die Bewertungsfaktoren  $w_N = \frac{1}{3K}$ ,  $w_{N_{\max}} = 10$ ,  $w_P = 0,0023$  und  $w_{P_{\max}} = 2$  verwendet werden. Für höhere Störpegel sollten die Bewertungsfaktoren  $w_P$  und  $w_{P_{\max}}$  leicht erhöht werden.

### A.3 Ausgabe des Algorithmus

- Die geschätzten physikalischen Empfindlichkeiten  $p_{R_n}$ ,  $p_{G_n}$ ,  $p_{B_n}$  des roten, grünen und blauen Kanals, wobei  $p_{R_n} \geq 0$ ,  $p_{G_n} \geq 0$  und  $p_{B_n} \geq 0$  für  $n = 1 \dots 31$ .
- Geschätzte außerdigonale Elemente der Kanalverkopplungsmatrix  $C$ ,  $c_{ij}$  für  $i \neq j$ , wobei  $-1 \leq c_{ij} \leq 1$ .
- Geschätzte spektrale Empfindlichkeiten  $s_{R_n}$ ,  $s_{G_n}$  und  $s_{B_n}$ , aus Gleichung (B.1) errechnet.

### A.4 Interne Variable des Algorithmus

Der Schätzalgorithmus erfordert eine Anzahl von zu definierenden internen Variablen und Parametern.

- Absolute Werte der Modellfehler für das  $k$ -te Messfeld, definiert für den roten, grünen und blauen Kanal durch:

$$\begin{aligned} N_{R_k} &= \left| \sum_{n=1}^{31} p_{R_n} r_{k_n}^* - (c_{11}\Phi_{R_k} + c_{12}\Phi_{G_k} + c_{13}\Phi_{B_k}) \right| \\ N_{G_k} &= \left| \sum_{n=1}^{31} p_{G_n} r_{k_n}^* - (c_{21}\Phi_{R_k} + c_{22}\Phi_{G_k} + c_{23}\Phi_{B_k}) \right| \\ N_{B_k} &= \left| \sum_{n=1}^{31} p_{B_n} r_{k_n}^* - (c_{31}\Phi_{R_k} + c_{32}\Phi_{G_k} + c_{33}\Phi_{B_k}) \right| \end{aligned} \quad (\text{A.3})$$

- Maximalwerte der Absolutwerte, definiert durch die Gleichung (A.3):

$$N_{R_{\max}} = \max(N_{R_k}), \quad N_{G_{\max}} = \max(N_{G_k}), \quad N_{B_{\max}} = \max(N_{B_k}).$$

- Maß für Ungleichförmigkeit, definiert durch Gleichung (A.4) für die Wellenlängenbänder  $n = 2 \dots 30$ .

$$\begin{aligned} P_{R_n} &= |p_{R_{n-1}} - 2p_{R_n} + p_{R_{n+1}}| \\ P_{G_n} &= |p_{G_{n-1}} - 2p_{G_n} + p_{G_{n+1}}| \\ P_{B_n} &= |p_{B_{n-1}} - 2p_{B_n} + p_{B_{n+1}}| \end{aligned} \quad (\text{A.4})$$

ANMERKUNG Kleine Werte des Maßes für Ungleichförmigkeit bedeuten eine glatte Funktion.

- Maximale Werte des Maßes für Ungleichförmigkeit, definiert durch Gleichung (A.4):

$$P_{R_{\max}} = \max(P_{R_k}), \quad P_{G_{\max}} = \max(P_{G_k}), \quad P_{B_{\max}} = \max(P_{B_k}).$$

### A.5 Schätzalgorithmus

Die physikalischen spektralen Empfindlichkeiten des Multimedia-Farbescanners werden durch Anwendung eines Simplex-Algorithmus geschätzt, um das durch Gleichung (A.5) beschriebene lineare Programmiersystem zu lösen.

$$\min \left( \begin{aligned} &w_{N_{\max}} (N_{R_{\max}} + N_{G_{\max}} + N_{B_{\max}}) + w_N \sum_{k=1}^K (N_{R_k} + N_{G_k} + N_{B_k}) \\ &+ w_{P_{\max}} (P_{R_{\max}} + P_{G_{\max}} + P_{B_{\max}}) + w_P \sum_{n=2}^{30} (P_{R_n} + P_{G_n} + P_{B_n}) \end{aligned} \right) \quad (\text{A.5})$$

Dabei sind die Bereiche der Werte  $p_{R_n} \geq 0$ ,  $p_{G_n} \geq 0$  und  $p_{B_n} \geq 0$  für  $n = 1 \dots 31$ ;  $-1 \leq c_{ij} \leq 1$  für  $i \neq j$  und  $1 \leq i, j \leq 3$ .

Die absoluten Werte in den Gleichungen (A.3) und (A.4) können nicht dazu benutzt werden, das lineare Programmiersystem zu lösen. Wenn jedoch  $x = |a|$  gefordert wird und  $x$  eine zu minimierende Variable ist, ist es möglich,  $x \geq a$  und  $x \geq -a$  zu benutzen, anstatt die Anforderungen zu erfüllen. Die folgenden Beschränkungen sind entsprechend formuliert:

a) Beschränkungen für die Definition des Modellfehlers  $N_k$  für  $k = 1 \dots K$ .

$$\begin{aligned}
 N_{R_k} &\geq \sum_{n=1}^{31} r_{k_n}^* p_{R_n} - (\Phi_{R_k} + c_{12}\Phi_{G_k} + c_{13}\Phi_{B_k}) \\
 N_{R_k} &\geq -\sum_{n=1}^{31} r_{k_n}^* p_{R_n} + (\Phi_{R_k} + c_{12}\Phi_{G_k} + c_{13}\Phi_{B_k}) \\
 N_{G_k} &\geq \sum_{n=1}^{31} r_{k_n}^* p_{G_n} - (c_{21}\Phi_{R_k} + \Phi_{G_k} + c_{23}\Phi_{B_k}) \\
 N_{G_k} &\geq -\sum_{n=1}^{31} r_{k_n}^* p_{G_n} + (c_{21}\Phi_{R_k} + \Phi_{G_k} + c_{23}\Phi_{B_k}) \\
 N_{B_k} &\geq \sum_{n=1}^{31} r_{k_n}^* p_{B_n} - (c_{31}\Phi_{R_k} + c_{32}\Phi_{G_k} + \Phi_{B_k}) \\
 N_{B_k} &\geq -\sum_{n=1}^{31} r_{k_n}^* p_{B_n} + (c_{31}\Phi_{R_k} + c_{32}\Phi_{G_k} + \Phi_{B_k}) \\
 N_{R_{\max}} &\geq N_{R_k} \\
 N_{G_{\max}} &\geq N_{G_k} \\
 N_{B_{\max}} &\geq N_{B_k}
 \end{aligned}$$

b) Beschränkungen für die Definitionen der Ausdrücke für die Ungleichmäßigkeit für  $n = 2 \dots 30$ .

$$\begin{aligned}
 P_{R_n} &\geq p_{R_{n-1}} - 2p_{R_n} + p_{R_{n+1}} \\
 P_{R_n} &\geq -p_{R_{n-1}} + 2p_{R_n} - p_{R_{n+1}} \\
 P_{G_n} &\geq p_{G_{n-1}} - 2p_{G_n} + p_{G_{n+1}} \\
 P_{G_n} &\geq -p_{G_{n-1}} + 2p_{G_n} - p_{G_{n+1}} \\
 P_{B_n} &\geq p_{B_{n-1}} - 2p_{B_n} + p_{B_{n+1}} \\
 P_{B_n} &\geq -p_{B_{n-1}} + 2p_{B_n} - p_{B_{n+1}} \\
 P_{R_{\max}} &\geq P_{R_k} \\
 P_{G_{\max}} &\geq P_{G_k} \\
 P_{B_{\max}} &\geq P_{B_k}
 \end{aligned}$$

Dieses lineare Programmiersystem muss unter Verwendung des Simplex-Algorithmus gelöst werden [2], [3].

ANMERKUNG Unterschiede zwischen den verfügbaren Softwarepaketen betreffen die Geschwindigkeit der Berechnung, aber nicht die Ergebnisse.

## Anhang B (normativ)

### Ausgangsdaten des Scannermodells aus den geschätzten Multiband-Empfindlichkeiten

Die Ausgangsdaten des Scannermodells  $D_R$ ,  $D_G$  und  $D_B$  des roten, grünen und blauen Kanals für ein beliebiges Farbfeld mit gegebener spektraler Multiband-Reflexion  $r(\lambda_n) = r_n$  für  $n = 1 \dots 31$  werden aus den geschätzten Multiband-Empfindlichkeiten in 10.4 und der spektralen Multiband-Leistungsverteilung  $S(\lambda_n) = S_n$  der eingebauten Lichtquelle nach folgendem Algorithmus berechnet:

- a) Die normierten Lichtstromwerte  $\Phi_R$ ,  $\Phi_G$ ,  $\Phi_B$  des roten, grünen und blauen Kanals werden aus der spektralen Reflexion  $r(\lambda_n) = r_n$  für  $n = 1 \dots 31$  des Farbfeldes, der spektralen Multiband-Leistungsverteilung  $S(\lambda_n) = S_n$  und den effektiven Multiband-Empfindlichkeiten  $s_{R_n}$ ,  $s_{G_n}$  und  $s_{B_n}$  berechnet, die auf die entsprechenden Werte des Bezugsweiß mit der spektralen Reflexion  $r_W(\lambda_n) = r_{W_n}$  für  $n = 1 \dots 31$  wie folgt normiert werden:

$$\begin{aligned}\Phi_R &= \frac{1}{\sum_{n=1}^{31} S_n r_{W_n} s_{R_n}} \sum_{n=1}^{31} S_n r_n s_{R_n} \\ \Phi_G &= \frac{1}{\sum_{n=1}^{31} S_n r_{W_n} s_{G_n}} \sum_{n=1}^{31} S_n r_n s_{G_n} \\ \Phi_B &= \frac{1}{\sum_{n=1}^{31} S_n r_{W_n} s_{B_n}} \sum_{n=1}^{31} S_n r_n s_{B_n}\end{aligned}\tag{B.1}$$

- b) Die normierten Kanal-Ausgangsdaten  $d_R$ ,  $d_G$  und  $d_B$  werden aus Gleichung (B.2) errechnet:

$$\begin{aligned}d_R &= r_0 + r_1 \Phi_R + r_2 \Phi_R^2 + r_3 \Phi_R^3 + r_4 \Phi_R^4 \\ d_G &= g_0 + g_1 \Phi_G + g_2 \Phi_G^2 + g_3 \Phi_G^3 + g_4 \Phi_G^4 \\ d_B &= b_0 + b_1 \Phi_B + b_2 \Phi_B^2 + b_3 \Phi_B^3 + b_4 \Phi_B^4\end{aligned}\tag{B.2}$$

- c) Die digitalen Ausgangsdaten  $D_R$ ,  $D_G$  und  $D_B$  sind nach Gleichung (B.3) zu berechnen:

$$\begin{aligned}D_R &= d_R D_{R_W} \\ D_G &= d_G D_{G_W} \\ D_B &= d_B D_{B_W}\end{aligned}\tag{B.3}$$

Dabei sind  $D_{R_W}$ ,  $D_{G_W}$  und  $D_{B_W}$ <sup>N7)</sup> die digitalen Modell-Ausgangswerte für das Bezugsweiß (z. B. 255 für 8-Bit-Quantisierung).

<sup>N7)</sup> National Fußnote: In IEC 61966-8 falsch „ $D_{R_W}$ “.

## Anhang C (informativ)

### Beispiel für die Anwendung der spektralen Kurven

#### C.1 Berechnung der ICC-Profile

- Die spektralen Reflexionsgrade  $r_{k_n}$  der Messfelder der Prüfvorlage sind zu messen.
- Mit den spektralen Reflexionsgraden  $r_{k_n}$  werden für jedes Farbfeld die Normfarbwerte im XYZ-Farbraum nach CIE 1931 berechnet.
- Mit der spektralen Leistungsverteilung  $S_n$  der eingebauten Lichtquelle sind die spektralen Anregungen  $r_{k_n}^* = S_n r_{k_n}$  zu berechnen.
- Der normierte Lichtstrom an den Eingängen der roten, grünen und blauen Kanäle  $\Phi_{R_k}$ ,  $\Phi_{G_k}$  und  $\Phi_{B_k}$  wird entsprechend Gleichung (10) berechnet.
- Die normierten Ausgangsdaten  $d_{R_k}$ ,  $d_{G_k}$  und  $d_{B_k}$  werden entsprechend Gleichung (5) und daraus die digitalen Ausgangsdaten  $D_{R_k}$ ,  $D_{G_k}$  und  $D_{B_k}$  berechnet.

Mit den digitalen Ausgangsdaten  $D_{R_k}$ ,  $D_{G_k}$  und  $D_{B_k}$  werden die Normfarbwerte im CIE 1931-XYZ-Farbraum berechnet, um daraus die ICC-Profile [5] zu erzeugen.

#### C.2 Berechnung einer optimierten Konversion für den sRGB-Farbraum

- Die spektralen Reflexionsgrade  $r_{k_n}$  der Messfelder der Prüfvorlage, die ein weißes Feld und mindestens zwei Farben dazu enthält, werden gemessen.
- Mit den spektralen Reflexionsgraden  $r_{k_n}$  sind für jedes Farbfeld die Werte im sRGB-Farbraum  $R_k$ ,  $G_k$  und  $B_k$  zu berechnen.
- Mit der in 7.3 angegebenen spektralen Leistungsverteilung  $S_n$  der eingebauten Lichtquelle werden die spektralen Anregungen  $r_{k_n}^* = S_n r_{k_n}$  berechnet.
- Mit den effektiven spektralen Multiband-Empfindlichkeiten des Multimedia-Farbscanners  $s_{R_n}$ ,  $s_{G_n}$  und  $s_{B_n}$  wird der normierte Lichtstrom an den Eingängen der roten, grünen und blauen Kanäle  $\Phi_{R_k}$ ,  $\Phi_{G_k}$  und  $\Phi_{B_k}$  berechnet.
- Die normierten Ausgangsdaten  $d_{R_k}$ ,  $d_{G_k}$  und  $d_{B_k}$  werden entsprechend Gleichung (5) berechnet, und daraus die digitalen Ausgangsdaten  $D_{R_k}$ ,  $D_{G_k}$  und  $D_{B_k}$ .
- Eine 3×3-Matrix  $M$ , die das weiße Feld auf den Weißpunkt des in IEC 61966-2-1 definierten sRGB-Farbraumes abbildet, wird berechnet und die Farbfehler der verbleibenden Farben minimiert.

$$\begin{pmatrix} R_k \\ G_k \\ B_k \end{pmatrix} = M \begin{pmatrix} D_{R_k} \\ D_{G_k} \\ D_{B_k} \end{pmatrix} \quad \text{für die unbunten Felder}$$

$$\begin{pmatrix} R_k \\ G_k \\ B_k \end{pmatrix} \approx M \begin{pmatrix} D_{R_k} \\ D_{G_k} \\ D_{B_k} \end{pmatrix} \quad \text{für die verbleibenden Felder}$$

## Literaturhinweise

- [1] IEC TTA-3:1997, *Hiroaki Ikeda, Masato Abe, and Yasuhiko Higaki: „Equipment independent colour reproduction systems“, IEC Technical Trend Assessment, No. 3, IEC, Geneva.*
- [2] *PAPADIMITRIOU C. H. and STEIGLITZ K., „Combinatorial optimization: Algorithms and complexity“, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1982.*
- [3] *SCHRIVV, Alexander, „Theory of linear and integer programming“, J. Wiley and Sons, 1996.*
- [4] ISO/IEC 14473:1999 (E), *Information technology – Office equipment – Minimum information to be specified for image scanners.*
- [5] ICC specification ICC.1:1989-09, *File format for color profiles: Document ICC.1A:1999-04, Amendment 2 to Spec. ICC.1:1989-09.*
- [6] Complete software package for linear programming, for example, LPAKO at [ftp://oriy1.snu.ac.kr/pub/sal\\_sw/lpako/](ftp://oriy1.snu.ac.kr/pub/sal_sw/lpako/).

## Anhang ZA (normativ)

### Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen zu dieser Europäischen Norm nur, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

**ANMERKUNG** Wenn internationale Publikationen durch gemeinsame Abänderungen geändert wurden, durch (mod) angegeben, gelten die entsprechenden EN/HD.

Publikation	Jahr	Titel	EN/HD	Jahr
IEC 60050-845	1987	International Electrotechnical Vocabulary (IEV) Chapter 845: Lighting	–	–
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
CIE 15.2	1986	Colorimetry	–	–
ISO 5-4	1995	Photography – Density measurements Part 4: Geometric conditions for reflection density	–	–
ISO 9241-8	1997	Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) Part 8: Requirements for displayed colours	EN ISO 9241-8	1997
ISO 12641	1997	Graphic technology – Prepress digital data exchange – Colour targets for input scanners calibration	–	–
ISO 13655	1996	Graphic technology – Spectral measurement and colorimetric computation for graphic arts images	–	–
ISO/CIE 10527	1991	CIE standard colorimetric observers	–	–