

Farbwiedergabe

Verfahren zur Kennzeichnung der Farbwiedergabe
in der Farbfernsehtechnik mit Bildaufnahmegeräten**DIN**
6169
Teil 6

Colour rendering; method of specifying colour reproduction in colour television using cameras

Kursiv gesetzte Textteile sind Anmerkungen.

Für die Begriffe der Farbwiedergabe siehe DIN 6169 Teil 1, für die der Farbfernsehtechnik DIN 45 061.

1 Zweck und Anwendung

Diese Norm legt ein einheitliches Verfahren zur Kennzeichnung der Farbwiedergabe-Eigenschaften von Farbfernsehtübertragungen mit Bildaufnahmegeräten fest.

Die Farbwiedergabe-Eigenschaften von Farbfernsehtübertragungen (d. h. von der beleuchteten aufzunehmenden Vorlage oder Szene bis zum wiedergegebenen Farbbild) werden zu einem wesentlichen Teil durch die Beleuchtung der jeweils aufzunehmenden Vorlage oder Szene, die Bildaufnahmegeräte (z. B. Farbfernsehkamera) und die Farbfernsehtempfänger (z. B. Farbfernseh-Rundfunkempfänger, Farbbild-Kontroll-Empfänger u. ä.) bestimmt. Da sowohl die Beleuchtungen als auch die Bildaufnahmegeräte und die Farbfernsehtempfänger unterschiedliche Eigenschaften aufweisen können, sind auch unterschiedliche Farbwiedergabe-Eigenschaften der Farbfernsehtübertragungen zu erwarten.

Die Farbwiedergabe-Eigenschaften von Farbfernsehtübertragungen werden zahlenmäßig durch Farbwiedergabe-Indizes gekennzeichnet. Durch Vergleich dieser Indizes kann der Einfluß von Änderungen in der Funktion einzelner oder mehrerer Komponenten auf die Farbwiedergabe-Eigenschaften des gesamten Prozesses beurteilt werden.

2 Voraussetzungen des Verfahrens

Zur Kennzeichnung der Farbwiedergabe-Eigenschaften einer Farbfernsehtübertragung werden die Wiedergabefarben mit den Originalfarben verglichen. Die Wiedergabefarben sind durch die Farbempfindung der Farbbilder am Farbfernsehtempfänger gegeben. Es wird angenommen, daß das Bildaufnahmegerät unmittelbar mit einem Farbfernsehtempfänger verbunden ist.

Im Farbfernsehtempfänger werden ein Rot, ein Grün und ein Blau als Primärvalenzen verwendet. Diese Primärvalenzen werden in ihrer Leuchtdichte durch Farbwertsignale gesteuert und erzeugen den aufgenommenen Objekten entsprechende Farben. Die drei Farbwertsignale werden vom Bildaufnahmegerät mittelbar oder unmittelbar erzeugt, das dafür geeignete optisch-elektrische Wandler besitzt.

Es wird davon ausgegangen, daß bei der Übertragung einer aseptischen Vorlage (*Referenzweiß*), die mit der jeweiligen Aufnahmeleuchte beleuchtet ist, die Aufnahmeeinrichtung drei gleich große Farbwertsignale erzeugt, die ihrerseits am Farbfernsehtempfänger den

sogenannten Weißpunkt ergeben. Als Farbart des Weißpunkts des Farbfernsehtempfängers ist seitens der Union der Europäischen Rundfunkanstalten (UER) die der Lichtart D65 empfohlen worden.

Als Originalfarbe soll stets diejenige Farbe gelten, die entsteht, wenn eine Vorlage oder Szene mit der Lichtart D65 beleuchtet wird.

Die Beschränkung auf Lichtart D 65 geschieht aus Gründen der Vereinfachung des Verfahrens und ist in der Farbfernsehtechnik üblich.

3 Kennzeichnungsverfahren**3.1 Grundlage des Verfahrens**

Zur Kennzeichnung der Farbwiedergabe-Eigenschaften von Farbfernsehtübertragungen dienen der „Allgemeine Farbwiedergabe-Index R_a “ und gegebenenfalls zusätzlich weitere „Spezielle Farbwiedergabe-Indizes R_i “. Die Farbwiedergabe-Indizes werden nach dem Testfarbenverfahren ermittelt.

Nach diesem Verfahren wird die durch die Übertragung eintretende Farbverschiebung zwischen Originalfarbe und Wiedergabefarbe von geeignet ausgewählten Farbproben („Testfarben“) ermittelt. Die Farbverschiebung jeder dieser Testfarben wird in einem empfindungsgemäß gleichabständigen Farbsystem bestimmt, und daraus werden die Farbwiedergabe-Indizes berechnet.

Die Farbwiedergabe-Indizes beziehen sich auf Testfarben, die durch ihre spektralen Strahldichtefaktoren festgelegt sind (siehe Abschnitt 3.2). Um Verwechslungen mit Farbwiedergabe-Indizes in anderen Techniken zu vermeiden, ist hier der Anwendungsbereich „Farbfernsehtechnik“ durch den Zusatz „nach DIN 6169 Teil 6“ zu kennzeichnen.

3.2 Testfarben

Als Testfarben sind die durch ihre spektralen Strahldichtefaktoren in der Tabelle 1 festgelegten Körperfarben bevorzugt zu verwenden. Zum Zweck der Farbwiedergabe-Prüfung auf experimentellem Wege (siehe Abschnitt 3.3) werden Ausfärbungen dieser Testfarben benutzt¹⁾.

- 1) Ein entsprechender Testfarbensatz einschließlich der grauen Testfarben, entweder in Aufsicht oder in Durchsicht (Acetatfolien), mit Angabe der spektralen Strahldichtefaktoren und Farbwerte kann von der Bundesanstalt für Materialprüfung, 1 Berlin 45, Unter den Eichen 87, bezogen werden.

Fortsetzung Seite 2 bis 5

Fachnormenausschuß Farbe (FNF) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Fachnormenausschuß Lichttechnik (FNL) im DIN

Fachnormenausschuß Kinotechnik für Film und Fernsehen (FAKI) im DIN

Fachnormenausschuß Phototechnik (photonorm) im DIN

Die spektralen Strahldichtefaktoren können für jede Lieferung aus herstellungstechnischen Gründen etwas von den in Tabelle 1 angegebenen abweichen. In diesem Falle sind anstelle der in Tabelle 1 angegebenen spektralen Strahldichtefaktoren die entsprechenden Werte der tatsächlich verwendeten Testfarben zugrunde zu legen.

Für die Bestimmung des allgemeinen Farbwiedergabe-Index R_a werden allein die Testfarben Nr 1 bis 8, für die Bestimmung spezieller Farbwiedergabe-Indizes R_i können die Testfarben Nr 1 bis 17 herangezogen werden.

Es ist zu beachten, daß die Testfarbe Nr 12 außerhalb des UER-Farbbereichs liegt.

Gegebenenfalls dürfen auch andere als die in Tabelle 1 aufgeführten Testfarben verwendet werden, deren spektrale Strahldichtefaktoren dann jedoch angegeben werden müssen.

Die Testfarben Nr 1 bis 14 sind mit den in DIN 6169 Teil 2 verwendeten Testfarben identisch.

3.3 Durchführung des Verfahrens

Zur Bestimmung der Farbwiedergabe-Indizes für die Testfarben nach Abschnitt 3.2 ist die Kenntnis der Normfarbwerte der auf dem Bildschirm wiedergegebenen Farben erforderlich. Die Normfarbwerte X_i , Y_i , Z_i können entweder direkt am Bildschirm des Farbfernsehempfängers unter Benutzung eines reell vorliegenden Testfarbensatzes als Vorlage für das Bildaufnahmegerät (Abschnitt 3.3.1) ermittelt werden, oder man bestimmt sie aus den Farbwertsignalen $R_{e,i}$, $G_{e,i}$, $B_{e,i}$, die dem Farbfernsehempfänger zugeführt werden (Abschnitt 3.3.2). Diese Farbwertsignale können entweder für die reell vorliegenden Testfarben direkt gemessen werden (Abschnitt 3.3.2.1), oder man ermittelt sie aus den spektralen Empfindlichkeiten des Bildaufnahmegerätes unter Benutzung der in Tabelle 1 für die Testfarben gegebenen spektralen Strahldichtefaktoren $\beta_i(\lambda)$ der Testfarben (Abschnitt 3.3.2.2). Die Wiedergabe-Normfarbwerte werden sodann in die Farbwerte U_i^* , V_i^* , W_i^* des gleichförmigen Farbenraumes CIE 1964 zur Berechnung der Farbabstandswerte ΔE_i und damit schließlich der Farbwiedergabe-Indizes R_i und R_a umgerechnet (Abschnitt 3.3.3).

Es wird angenommen, daß die Signalaussteuerung über den ganzen Übertragungsweg linear ist. Falls zwischen den Farbwertsignalen und den Wiedergabe-Normfarbwerten ein nicht-linearer Zusammenhang besteht, so ist dies in den Ermittlungen zu berücksichtigen.

3.3.1 Direktbestimmung

der Wiedergabe-Normfarbwerte X_i , Y_i , Z_i

Hierzu wird zunächst das Bildaufnahmegerät auf Weiß abgeglichen. Dazu wird ein Referenzweiß, das einen wellenlängen-unabhängigen spektralen Strahldichtefaktor $\beta_w(\lambda) = \beta$ aufweist, mit der Aufnahmelichtart beleuchtet und das Bildaufnahmegerät so eingestellt, daß hierfür drei gleich große Farbwertsignale $R_{e,w} = G_{e,w} = B_{e,w} = 100\beta$ entstehen. Die Testfarbe Nr 17 mit $\beta = 0,761$ wird hierfür als ausreichend angesehen. Dieser Weißabgleich wird mit Hilfe von optischen Farbfiltern (z. B. Konversionsfiltern) oder durch Verstärkungsänderungen für die Farbwertsignale durchgeführt. Da die verschiedenen Methoden nicht gleichwertig sind, müssen die angewendeten Maßnahmen zusammen mit dem Ergebnis genannt werden.

Mit dem so eingestellten Bildaufnahmegerät werden die Testvorlagen unter anzugebenden Bedingungen aufgenommen. Als Testvorlagen dienen dabei die in Abschnitt 3.2 festgelegten Testfarben.

Der benutzte Farbfernsehempfänger wird in der Regel so eingestellt, daß bei gleich großen Farbwertsignalen $R_{e,w}$, $G_{e,w}$, $B_{e,w}$, also für das Referenzweiß, die Normfarbwerte der Normlichtart D65 erhalten werden ($x_w = 0,3127$, $y_w = 0,3290$).

Die auf dem Bildschirm wiedergegebenen Testfarben werden nach einem Farbmeßverfahren, das den Festlegungen der Norm DIN 5033 genügt, gemessen und liefern die Wiedergabe-Normfarbwerte X_i , Y_i , Z_i .

3.3.2 Bestimmung der Wiedergabe-Normfarbwerte

X_i , Y_i , Z_i aus den Farbwertsignalen $R_{e,i}$, $G_{e,i}$, $B_{e,i}$

3.3.2.1 Messung der Farbwertsignale $R_{e,i}$, $G_{e,i}$, $B_{e,i}$

Hierzu wird das Bildaufnahmegerät in der gleichen Weise eingestellt wie in Abschnitt 3.3.1, Absatz 1, beschrieben. Die zu den einzelnen Testfarben gehörigen Farbwertsignale $R_{e,i}$, $G_{e,i}$, $B_{e,i}$ werden gemessen. Entsteht ein negatives Farbwertsignal, so wird dieses für die weitere Rechnung mit Null angesetzt, da negative Farbwertsignale keinen Beitrag zur Wiedergabefarbe liefern können. Aus den Farbwertsignalen $R_{e,i}$, $G_{e,i}$, $B_{e,i}$ berechnet man die Normfarbwerte X_i , Y_i , Z_i nach Abschnitt 3.3.2.3.

3.3.2.2 Rechnerische Bestimmung

der Farbwertsignale $R_{e,i}$, $G_{e,i}$, $B_{e,i}$

Für das Bildaufnahmegerät werden zunächst die spektralen Empfindlichkeiten $\bar{r}_e(\lambda)$, $\bar{g}_e(\lambda)$, $\bar{b}_e(\lambda)$ ermittelt.

Unter spektraler Empfindlichkeit wird die Abhängigkeit des Farbwertsignals von der Wellenlänge des einfallenden Lichts verstanden, wobei das einfallende Licht in jedem Wellenlängenbereich gleicher Bandbreite die gleiche Strahldichte hat.

Wenn dann die spektralen Empfindlichkeiten $\bar{r}_e(\lambda)$, $\bar{g}_e(\lambda)$, $\bar{b}_e(\lambda)$ und die relative spektrale Strahldichteverteilung S_λ des Aufnahmelichtes bekannt sind, berechnet man die Farbwertsignale für die Testfarben nach folgenden Gleichungen:

$$\begin{aligned} R_{e,i} &= k_r \int S_\lambda \cdot \beta_i(\lambda) \cdot \bar{r}_e(\lambda) \cdot d\lambda \\ G_{e,i} &= k_g \int S_\lambda \cdot \beta_i(\lambda) \cdot \bar{g}_e(\lambda) \cdot d\lambda \\ B_{e,i} &= k_b \int S_\lambda \cdot \beta_i(\lambda) \cdot \bar{b}_e(\lambda) \cdot d\lambda \end{aligned} \quad (1)$$

Die $\beta_i(\lambda)$ sind darin die spektralen Strahldichtefaktoren der Testfarben Nr 1 bis 17, die in Tabelle 1 angegeben sind.

Die Konstanten k_r , k_g , k_b sind so zu wählen, daß für das Referenzweiß mit $\beta_w(\lambda) = \beta$ unter der Aufnahmelichtart die drei Farbwertsignale je gleich 100β werden.

Auch hier werden negative Farbwertsignale für die weitere Rechnung mit Null angesetzt.

3.3.2.3 Berechnung der Wiedergabe-Normfarbwerte

X_i , Y_i , Z_i aus den Farbwertsignalen

$R_{e,i}$, $G_{e,i}$, $B_{e,i}$

Die nach Abschnitt 3.3.2.1 bzw. 3.3.2.2 bestimmten Farbwertsignale $R_{e,i}$, $G_{e,i}$, $B_{e,i}$ werden bei linearem Zusammenhang (vgl. Abschnitt 3.3) den Wiedergabe-Farbwerten R_i^* , G_i^* , B_i^* gleichgesetzt. Die Normfarbwerte X_i , Y_i , Z_i der Wiedergabefarben ergeben sich sodann nach folgenden Gleichungen:

$$\begin{aligned} X_i &= 0,4305 R_i^* + 0,3417 G_i^* + 0,1783 B_i^* \\ Y_i &= 0,2219 R_i^* + 0,7068 G_i^* + 0,0713 B_i^* \\ Z_i &= 0,0202 R_i^* + 0,1296 G_i^* + 0,9392 B_i^* \end{aligned} \quad (2)$$

Die Wiedergabefarbwerte R_i^* , G_i^* , B_i^* sind diejenigen Größen, die zusammen mit den Primärvalenzen und dem Weißpunkt die Wiedergabe und damit auch die Wiedergabe-Normfarbwerte bestimmen.