

DIN-Farbenkarte

System der DIN-Farbenkarte für den 10°-Normalbeobachter

DIN
6164
Teil 3

DIN colour chart; system based on the 10° standard colorimetric observer
Table des couleurs DIN; système basé sur l'observateur de référence colorimétrique 10°

Kursiv gesetzte Textteile sind Anmerkungen.

DIN 6164 „DIN-Farbenkarte“ ist gegliedert in:

Teil 1	System der DIN-Farbenkarte für den 2°-Normalbeobachter
Teil 2	Festlegung der Farbmuster
Teil 3	System der DIN-Farbenkarte für den 10°-Normalbeobachter
Beiblatt 1 bis 24	Matte Farbmuster für Buntton 1 bis 24 (gültig für Normlichtart C)
Beiblatt 25	Matte Farbmuster der unbunten Farben (gültig für Normlichtart C)
Beiblatt 50	Farbmaßzahlen für Normlichtart C
Beiblatt 101 bis 108	Glänzende Farbmuster zu Buntton 1 bis 8 (gültig für Normlichtart D 65)
	Glänzende Farbmuster zu Buntton 9 bis 24 (gültig für Normlichtart D 65) *)
Beiblatt 125	Glänzende Farbmuster der unbunten Farben (gültig für Normlichtart D 65)

*) Beiblatt in Vorbereitung

1 Zweck

In der industriellen Praxis hat sich die Anwendung des 10°-Normalbeobachters (siehe DIN 5033 Teil 2) neben der des 2°-Normalbeobachters eingebürgert. Das DIN-Farbsystem wird daher zusätzlich auch für diesen Anwendungszweck definiert.

Da die Farbmaßzahlen für den 2°-Normalbeobachter nicht in die für den 10°-Normalbeobachter umgerechnet werden können, ist die Festlegung des DIN-Farbsystems für den 10°-Normalbeobachter prinzipiell unabhängig von der für den 2°-Normalbeobachter. Um jedoch eine formal einfache Festlegung zu erhalten, wird das DIN-Farbsystem für den 10°-Normalbeobachter durch Mittelpunktstransformation an das für den 2°-Normalbeobachter angeschlossen. Diese Umrechnung ermöglicht die Nutzung der in DIN 6164 Teil 1 festgelegten Tabellen für Farbarten auch für den 10°-Normalbeobachter.

2 Aufbau

2.1 Das DIN-Farbsystem für den 10°-Normalbeobachter baut sich formal nach den gleichen Kriterien auf wie das für den 2°-Normalbeobachter. Zur Unterscheidung der Maßzahlen ist bei der Anwendung des 10°-Normalbeobachters der Index 10 zu verwenden. Es werden also festgelegt:

- a) die Bunttonzahl T_{10} (siehe Abschnitt 2.3)
- b) die Sättigungsstufe S_{10} (siehe Abschnitt 2.4)
- c) die Dunkelstufe D_{10} (siehe Abschnitt 2.5)

2.2 Die valenzmetrische Definition des DIN-Farbsystems für den 10°-Normalbeobachter wird durch folgende Transformation aus der für den 2°-Normalbeobachter abgeleitet:

$$X_{10} = \frac{X_{10w}}{X_w} \cdot X = 0,9975 \cdot X$$

$$Y_{10} = \frac{Y_{10w}}{Y_w} \cdot Y = Y$$

$$Z_{10} = \frac{Z_{10w}}{Z_w} \cdot Z = 0,9857 \cdot Z$$

Dabei bedeuten X_{10w} , Y_{10w} , Z_{10w} bzw. X_w , Y_w , Z_w die Normfarbwerte des vollkommen mattweißen Körpers für die beleuchtende Normlichtart D 65 und für den 10°- bzw. den 2°-Normalbeobachter, X , Y , Z die Normfarbwerte des DIN-Farbsystems für den 2°-Normalbeobachter (vergleiche DIN 6164 Teil 1) und X_{10} , Y_{10} , Z_{10} die zu bestimmenden Normfarbwerte des DIN-Farbsystems für den 10°-Normalbeobachter.

Fortsetzung Seite 2 bis 13

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

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.

Die valenzmetrischen Definitionen der Farbarten $T_{10} : S_{10}$ lassen sich damit aus DIN 6164 Teil 1, Ausgabe Februar 1980, Tabelle 2 durch folgende Umrechnungsformeln herleiten:

$$x_{10} = \frac{0,9975 x}{0,01180 x + 0,01432 y + 0,9857}$$

$$y_{10} = \frac{y}{0,01180 x + 0,01432 y + 0,9857}$$

x, y bzw. x_{10}, y_{10} sind die Normfarbwertanteile des DIN-Farbsystems für den 2°- bzw. den 10°-Normalbeobachter. Die sich ergebenden valenzmetrischen Definitionen der Farbarten $T_{10} : S_{10}$ für den 10°-Normalbeobachter sind in Tabelle 1 für ganzzahlige T_{10} und S_{10} enthalten.

Zusätzlich sind die Normfarbwerte $Y_{0;10}$ der artgleichen Optimalfarbe 1), die Bunttonwinkel $h_{xy;10}$ und die Einheiten des Sättigungsabstandes $r_{1;10}$ (siehe Abschnitt 2.4) aufgeführt.

Zwischenwerte für Bunttonzahl und Sättigungsstufe werden entweder mit Hilfe von Tabelle 2 durch lineare Interpolation oder für höhere Genauigkeit durch kubische Interpolation in Tabelle 1 gewonnen.

2.3 Die Bunttonzahl T_{10} wird durch die Rechenvorschrift in Abschnitt 2.2 aus der valenzmetrischen Definition der Bunttonzahl T abgeleitet. Als Hilfe für die direkte Umrechnung von Normfarbwerten X_{10}, Y_{10}, Z_{10} in die Maßzahlen T_{10} und S_{10} enthält Tabelle 2 Bunttonzahl T_{10} und den Einheitsabstand $r_{1;10}$ (siehe Abschnitt 2.4) für alle ganzzahligen Bunttonwinkel $h_{xy;10}$.

2.4 Die Sättigungsstufe S_{10} berechnet sich unter Benutzung der Linie der Sättigung $S_{10} = 6$ zu

$$S_{10} = \frac{r_{10}}{r_{1;10}}$$

Darin bedeutet $r_{10} = \sqrt{(u'_{10} - 0,2105)^2 + (v'_{10} - 0,4737)^2}$
 u'_{10}, v'_{10} sind die Farbwertanteile der Farbvalenz in der Farbtafel des $L^* u^* v^*$ -Farbenraumes CIE 1976 (siehe DIN 5033 Teil 3) für den 10°-Normalbeobachter, die sich für den vorliegenden Zweck aus den auf Normlichtart D65 zentrierten Normfarbwertanteilen x'_{10}, y'_{10} nach folgenden Gleichungen ergeben:

$$u'_{10} = 4 x'_{10} / (-2 x'_{10} + 12 y'_{10} + 3)$$

$$v'_{10} = 9 y'_{10} / (-2 x'_{10} + 12 y'_{10} + 3)$$

Die Werte x'_{10} und y'_{10} ergeben sich aus x_{10}, y_{10} zu

$$x'_{10} = \frac{1,0547 x_{10}}{0,1230 x_{10} + 0,0683 y_{10} + 0,9317}$$

$$y'_{10} = \frac{y_{10}}{0,1230 x_{10} + 0,0683 y_{10} + 0,9317}$$

Der Einheitsabstand $r_{1;10} = \frac{r_{6;10}}{6}$ ist aus den Werten

$r_{6;10}$ abgeleitet, die für die Farben der Sättigungslinie $S_{10} = 6$ gelten (siehe Tabelle 1).

1) Begriff siehe DIN 5033 Teil 1

Die Festlegung beruht auf der Annahme einer linearen Sättigungsteilung in der Farbtafel des $L^* u^* v^*$ -Farbenraumes CIE 1976 auch für den 10°-Normalbeobachter.

Die graphische Darstellung in Bild 1 zeigt die Bunttonstrahlen für ganzzahlige T_{10} und Sättigungslinien S_{10} in der Normfarbtafel. Hinsichtlich der Ermittlung von Zwischenwerten für die Sättigungsstufe siehe Abschnitt 2.3.

2.5 Als Maß für die Helligkeit gibt es im 10°-System z. Z. keine endgültige Festlegung. Da bei der Bestimmung der Dunkelstufe für den 2°-Normalbeobachter die Relativ-Helligkeit zur Helligkeit der farbartgleichen Optimalfarbe benutzt wird, spielt es aber keine Rolle, ob von einem exakten Hellbezugswert A_{10} oder vom Normfarbwert Y_{10} ausgegangen wird. Die Dunkelstufe D_{10} wird daher der Einfachheit halber aus dem Normfarbwert Y_{10} der Farbe und dem Wert $Y_{0;10}$ der farbartgleichen Optimalfarbe berechnet:

$$D_{10} = 10 - 6,1723 \lg \left(40,7 \frac{Y_{10}}{Y_{0;10}} + 1 \right)$$

Tabelle 3 gibt für jede Zehntel Dunkelstufe den zugehörigen Wert der Relativ-Helligkeit $Y_{10}/Y_{0;10}$ an.

Das zu einer Farbart gehörige $Y_{0;10}$ kann einer Farbtafel entnommen werden, in die die Linien $Y_{0;10} = \text{const.}$ eingezeichnet sind (siehe Bild 2). Durch Fluoreszenz erzeugte Körperfarben ergeben bei $Y_{10} > Y_{0;10}$ eine negative Dunkelstufe.

3 Bestimmung der Farbmaßzahlen T_{10}, S_{10}, D_{10}

3.1 Die Farbmaßzahlen T_{10}, S_{10}, D_{10} gelten nach dieser Norm für Normlichtart D 65 und den farbmetrischen 10°-Normalbeobachter 1964. Sie sind daher mit dem für diesen Beobachter gültigen Normvalenzsystem (siehe DIN 5033 Teil 2) durch die in Tabelle 1 und Tabelle 2 gegebenen Werte verknüpft.

3.2 Sofern nichts anderes angegeben wird, gelten Maßzahlangaben nach dem DIN-Farbsystem für Beobachtung der Farbmuster aus der Richtung der Flächennormalen bei Beleuchtung unter 45° dazu (sogenannte Meßgeometrie 45°/0°; siehe DIN 5033 Teil 7).

3.3 Die Farbmaßzahlen T_{10}, S_{10}, D_{10} können für jede beliebige Körperfarbe aus den Normfarbwerten X_{10}, Y_{10}, Z_{10} (siehe DIN 5033 Teil 3) bestimmt werden, die ihrerseits durch eines der exakten Verfahren der Farbmessung (DIN 5033 Teil 4 bis Teil 7) ermittelt worden sind. Umgekehrt können auch die Normfarbwerte X_{10}, Y_{10}, Z_{10} aus T_{10}, S_{10}, D_{10} bestimmt werden.

3.4 Wegen der in Abschnitt 2.2 verwendeten Verknüpfung der valenzmetrischen Definitionen zwischen 2°- und 10°-Normalbeobachter ist es möglich, die für den 2°-Normalbeobachter geltenden Tabellen in DIN 6164 Teil 1 auch für die Berechnung von T_{10} und S_{10} zu nutzen. Hierzu müssen die durch eine Farbmessung ermittelten Normfarbwertanteile eines Farb-

musters x_{10}, y_{10} nach folgenden Formeln transformiert werden:

$$x_{\text{trans}} = \frac{1,0025 x_{10}}{1,0145 - 0,01200 x_{10} - 0,01453 y_{10}}$$

$$y_{\text{trans}} = \frac{y_{10}}{1,0145 - 0,01200 x_{10} - 0,01453 y_{10}}$$

Die Normfarbwertanteile $x_{\text{trans}}, y_{\text{trans}}$ sind als reine Rechengrößen formal wie Normfarbwertanteile für den 2°-Normalbeobachter zu behandeln und den Normfarbwertanteilen x, y gleichzusetzen. Sie sind nach dem in DIN 6164 Teil 1 festgelegten Verfahren auf Buntton- und Sättigungsstufe umzurechnen. Die sich dabei ergebenden Zahlenwerte sind T_{10} und S_{10} .

4 Farbzeichen und Bezeichnung

4.1 Im DIN-Farbsystem für den 10°-Normalbeobachter wird eine Farbe durch Angabe der drei Farbmaßzahlen T_{10}, S_{10}, D_{10} beschrieben.

4.2 Das Farbzeichen nach DIN 6164 Teil 3 lautet: $T_{10} : S_{10} : D_{10}$.

Diese Reihenfolge ist stets einzuhalten.

Bei Angabe eines Zahlentripels ist dieses einzuklammern und die Zahl 10 rechts neben die Klammer zu setzen.

Bezeichnung einer Farbe des Bunttons $T_{10} = 7$, der Sättigungsstufe $S_{10} = 3$ und der Dunkelstufe $D_{10} = 2$:

Farbe DIN 6164 – (7 : 3 : 2) 10

4.3 Die Farbmaßzahlen können dezimal unterteilt werden, z. B. (7,5 : 3,0 : 2,5) 10. Eine feinere Unterteilung als 0,01 ist im allgemeinen nicht sinnvoll.

4.4 Eine Farbart erhält ein nur aus den ersten beiden Zahlen bestehendes Farbzeichen, z. B. (7 : 3) 10.

4.5 Unbunt erhält ein Farbzeichen, in dem anstelle der Bunttonzahl T der Buchstabe N eingesetzt ist; die Sättigungsstufe ist hier $S = 0$. (Ein Grau der Dunkelstufe 3 erhält z. B. das Farbzeichen (N : 0 : 3) 10).

Das ideale Weiß bekommt demnach das Farbzeichen (N : 0 : 0) 10, das ideale Schwarz (N : 0 : 10) 10.

In Beiblatt 25 zu DIN 6164 wird anstelle des Buchstabens N noch ein Strich (—) angegeben.

4.6 Ein Farbbereich, in dem eine Farbe liegt (oder liegen soll oder darf), kann durch ein Farbzeichen beschrieben werden, in dem die Grenzzahlen, jeweils durch drei Punkte (. . .) getrennt, in Klammern gesetzt sind.

Beispiel:

(6 . . . 7) 10 : (2 . . . 3) 10 : (1,5 . . . 2,5) 10.

Sprechweise: „Sechs bis sieben, zu zwei bis drei, zu eins Komma fünf bis zwei Komma fünf.“

5 Farbabstandsmaß ΔE_{6164}

Infolge des inneren Aufbaus des DIN-Farbsystems läßt sich mit dessen Maßzahlen ein Farbabstand in empfindungsgemäßem Maß mittels folgender Formel beschreiben:

$$\Delta E_{6164} = 25 \sqrt{\left(\frac{S_{10}}{6} \cdot \frac{10 - D_{10}}{9} \cdot \Delta T_{10} \right)^2 + \left(\frac{10 - D_{10}}{9} \cdot \Delta S_{10} \right)^2 + \left(\Delta D_{10} \right)^2}$$

Darin sind $\Delta T_{10}, \Delta S_{10}, \Delta D_{10}$ die Unterschiede in den drei Maßzahlen für zwei gegebene Körperfarben $T_{10;1}, S_{10;1}, D_{10;1}$ und $T_{10;2}, S_{10;2}, D_{10;2}$, also

$$\Delta T_{10} = T_{10;2} - T_{10;1}$$

$$\Delta S_{10} = S_{10;2} - S_{10;1}$$

$$\Delta D_{10} = D_{10;2} - D_{10;1}$$

Die Faktoren $S_{10}/6$ und $(10 - D_{10})/9$ ergeben sich dabei aus dem Aufbau des DIN-Farbsystems, wonach eine Einheit in der Dunkelstufen-Differenz ($\Delta D_{10} = 1$) empfindungsgemäß gleich einer Sättigungsstufen-Differenz ΔS_{10} bei Dunkelstufe $D_{10} = 1$ und gleich einer Buntton-Differenz ΔT_{10} bei Dunkelstufe $D_{10} = 1$ und Sättigungsstufe $S_{10} = 6$ sein soll. Die empfindungsgemäße Höher- oder Minderbewertung bei anderen Sättigungs- und Dunkelstufen wurde proportional dem in Sättigungsstufen-Einheiten gemessenen Abstand von Unbunt und proportional dem Helligkeitsabstand in Dunkelstufen-Einheiten von der jeweils hellstmöglichen Farbe angesetzt. — Der Faktor 25 dient der Angleichung der Größenordnung der Einheit des Farbabstandes an die durch andere Formeln definierten Einheiten.

Diese Formel gibt den Farbabstand mit der Annäherung an eine empfindungsgemäße Bewertung an, mit der die gleichabständige Teilung des Systems verwirklicht werden konnte. Sie ist für die Farbabstandsbewertung aufgestellt worden in Verbindung mit Farben, die gemäß der Zweckbestimmung in Einheiten des DIN-Farbsystems gekennzeichnet werden, also insbesondere für die Farben der DIN-Farbenkarte.

Bei der Benutzung dieser Formel ist bei der Bewertung des Abstandes zweier gleichberechtigter Farben für S_{10} und D_{10} jeweils der Mittelwert $(S_{10;1} + S_{10;2})/2$ bzw. $(D_{10;1} + D_{10;2})/2$ einzusetzen. Ist jedoch die Abweichung der Farbe einer Probe $T_{10;P} : S_{10;P} : D_{10;P}$ von der Farbe eines Bezugs $T_{10;B} : S_{10;B} : D_{10;B}$ zu bewerten, so empfiehlt sich, $S_{10;B}$ bzw. $D_{10;B}$ bei der Berechnung des Farbabstandes für S_{10} und D_{10} einzusetzen.

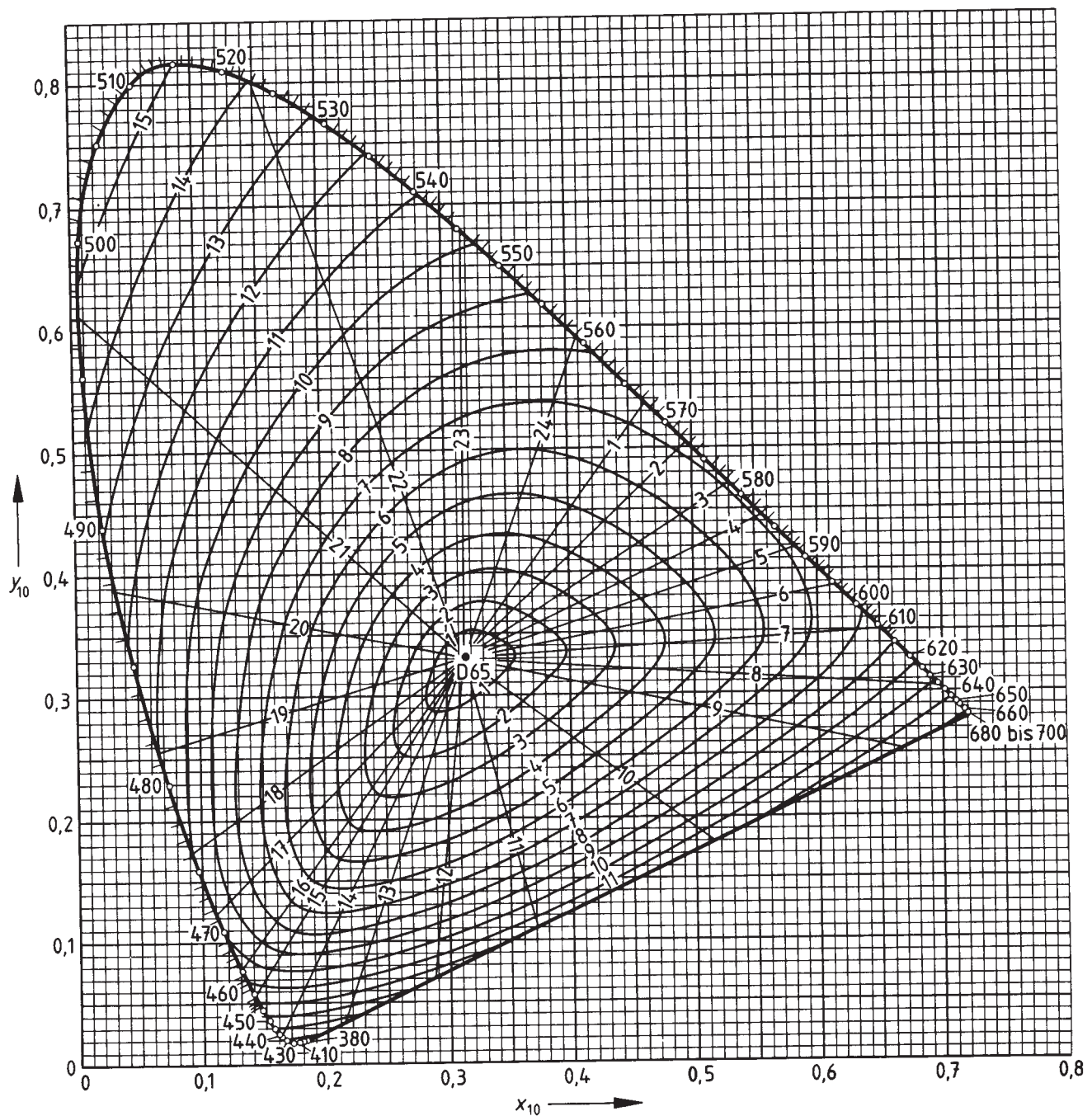


Bild 1. Normfarbtafel für Normlichtart D65 und den 10°-Normalbeobachter mit Linien gleichen Bunttons (Strahlen) und Linien gleicher Sättigung (konzentrische Kurvenzüge)