

Multimediasysteme und -geräte
Farbmessung und Farbmanagement
Teil 4: Geräte mit Flüssigkristallanzeigen
(IEC 61966-4:2000) Deutsche Fassung EN 61966-4:2000

DIN
EN 61966-4

Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm **IEC 61966-4**

ICS 17.180.20; 33.160.60

Multimedia systems and equipment – Colour measurement and management – Part 4: Equipment using liquid crystal display panels (IEC 61966-4:2000);
German version EN 61966-4:2000

Systèmes et appareils multimédia – Mesure et gestion de la couleur – Partie 4: Appareils utilisant des afficheurs à cristaux liquides (CEI 61966-4:2000);
Version allemande EN 61966-4:2000

Die Europäische Norm EN 61966-4:2000 hat den Status einer Deutschen Norm.

Beginn der Gültigkeit

Die EN 61966-4 wurde am 2000-04-01 angenommen.

Nationales Vorwort

Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 742 „Audio-, Video- und Multimediasysteme, -geräte und -komponenten“ der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE) zuständig.

Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN IEC 100/68/CD:1998-08.

Die Normen der Reihe DIN EN 61966 bestehen aus folgenden, teilweise noch in Bearbeitung befindlichen Teilen unter dem allgemeinen Titel: *Multimediasysteme und -geräte – Farbmessung und Farbmanagement*:

- Teil 1: *Allgemeines*
- Teil 2-1: *Farbmanagement – Vorgabe-RGB-Farbenraum – sRGB*
- Teil 2-2: *Farbmanagement – Erweiterter RGB-Farbraum – sRGB64*
- Teil 2-3: *Farbmanagement – Vorgabe-YCC-Farbraum – sYCC*
- Teil 3: *Geräte mit Kathodenstrahlröhren*
- Teil 4: *Geräte mit Flüssigkristallanzeigeeinheiten*
- Teil 5: *Geräte mit Plasmaanzeigeeinheiten*
- 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: *Farbscanner*
- Teil 9: *Digitale Kameras*
- Teil 10: *Gütebewertung – Farbbild in vernetzten Systemen*
- Teil 11: *Gütebewertung – Beeinträchtigt Video in vernetzten Systemen*

Fortsetzung Seite 2
und 30 Seiten EN

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

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050(845):1987	–	–
–	ISO 9358:1994	DIN 58186:1982-10	–
–	ISO/CIE 10527:1991	DIN 5033-2:1992-05	–
–	CIE 15.2:1986	DIN 5033-4:1992-07	–
–	CIE 122:1996	–	–
–	ITU-R Recommendation BT.709-3:1998*)	–	–

*) Schriftstücke der ITU können bezogen werden von: International Telecommunication Union (ITU), Place des Nations, 1211 Geneva 20, Switzerland; Internet: <http://www.itu.int>

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

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

DIN 5033-4, *Farbmessung – Spektralverfahren.*

DIN 58186, *Qualitätsbewertung optischer Systeme – Bestimmung des Falschlichts.*

Deutsche Fassung

**Multimediasysteme und -geräte
Farbmessung und Farbmanagement**
Teil 4: Geräte mit Flüssigkristallanzeigen
(IEC 61966-4:2000)

Multimedia systems and equipment – Colour measurement and management – Part 4: Equipment using liquid crystal display panels (IEC 61966-4:2000)

Systèmes et appareils multimédia – Mesure et gestion de la couleur – Partie 4: Appareils utilisant des afficheurs à cristaux liquides (CEI 61966-4:2000)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2000-04-01 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, der Tschechischen 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 100/119/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 61966-4, ausgearbeitet von dem IEC/TC 100 „Audio, video and multimedia systems and equipment“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2000-04-01 als EN 61966-4 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): 2001-01-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2003-04-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norm-Inhalt.

In dieser Norm ist der Anhang ZA normativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61966-4:2000 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Auszug aus dem Vorwort der IEC 61966-4:

Das Komitee hat beschlossen, dass der Inhalt dieser Veröffentlichung bis 2002 gültig bleibt.

Zu diesem Zeitpunkt wird die Veröffentlichung

- wieder bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine überarbeitete Version ersetzt oder
- ergänzt.

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	2	15.3 Messverfahren	25
1 Anwendungsbereich	4	15.4 Darstellung der Ergebnisse	25
2 Normative Verweisungen	4	Literaturhinweise	29
3 Begriffe	4	Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	30
4 Buchstaben und Symbole	5	Bilder	
5 Bedingungen	5	Bild 1 – Geräteanordnung für berührungslose Messung	7
5.1 Umgebungsbedingungen	5	Bild 2 – Größe des Farb-Messfeldes	7
5.2 Messbedingungen	6	Bild 3 – Beispiel für die Darstellung als Kurven	9
5.3 Digitale Eingangsdaten	6	Bild 4 – Gemessene Punkte und interpolierte Kurven im linearen und log-log-Maßstab	12
6 Messgeräte	6	Bild 5 – Beispiel der Farbverlaufkurven	15
6.1 Spektroradiometer	6	Bild 6 – Messpunkte für räumliche Ungleichmäßigkeit	19
6.2 Farbmessgerät	8	Bild 7 – Beispielkurven der Kurzzeinstabilität	22
7 Spektrale Eigenschaften und Strahlungsdichte der Farbreihe für die Primärfarben und Weiß	8	Bild 8 – Beispiel der graphischen Darstellung der mittelfristigen Stabilität	23
7.1 Zu messende Eigenschaften	8	Bild 9 – Seitenansicht der Geräteanordnung	24
7.2 Messbedingungen	8	Bild 10 – Ansicht der Geräteanordnung von oben	24
7.3 Messverfahren	8	Bild 11 – Abhängigkeit der Leuchtdichte und des Farbwertes vom Beobachtungswinkel	27
7.4 Darstellung der Ergebnisse	9	Bild 12 – Abhängigkeit der Leuchtdichte vom Beobachtungswinkel bei verschiedenen Anregungspegeln (durchgezogene Linien: vertikal, unterbrochene Linien: horizontal)	28
8 Farbmetrische Grundeigenschaften	10	Tabellen	
8.1 Zu messende Eigenschaften	10	Tabelle 1 – Eingangsdaten für Spitzen-Primärfarben und Spitzenweiß	9
8.2 Messverfahren	10	Tabelle 2 – Beispiel für die Angabe für Farben in maximaler Anregung	9
8.3 Darstellung der Ergebnisse	10	Tabelle 3 – Beispiel für die Darstellung der Ergebnisse	11
9 Tonwert-Kennlinien	11	Tabelle 4 – Beispiel für normierte Grunddaten für Tonwertkurven	13
9.1 Zu messende Eigenschaft	11	Tabelle 5 – Beispiel für Farbverlaufdaten	14
9.2 Messbedingungen	11	Tabelle 6 – Ansteuerungspegel zum Erzeugen von Farb-Messfeldern für die Messung der Abhängigkeit zwischen den Kanälen	16
9.3 Messverfahren	11	Tabelle 7 – Beispiel der normierten Farbwerte (die Matrix A)	18
9.4 Darstellung der Ergebnisse	12	Tabelle 8 – Beispiel für die Form der Ergebnisse	20
10 Eigenschaften des Farbverlaufes	14	Tabelle 9 – Normierte Eingangssignalpegel zur Anzeige der Farb-Messfelder für die Messung der Beobachtungswinkel-Kennlinien	25
10.1 Zu messende Eigenschaft	14	Tabelle 10 – Beispiel für die Form des Ergebnisses	26
10.2 Messbedingungen	14	Tabelle 11 – Beispiel für die Form des Ergebnisses	28
10.3 Messverfahren	14		
10.4 Darstellung der Ergebnisse	14		
11 Abhängigkeit zwischen den Kanälen	15		
11.1 Zu messende Eigenschaft	15		
11.2 Messbedingungen	16		
11.3 Messverfahren	16		
11.4 Darstellung der Ergebnisse	17		
12 Räumliche Ungleichmäßigkeit	17		
12.1 Zu messende Eigenschaften	17		
12.2 Messbedingungen	17		
12.3 Messverfahren	17		
12.4 Darstellung der Ergebnisse	20		
13 Abhängigkeit vom Hintergrund	21		
13.1 Zu messende Eigenschaft	21		
13.2 Messbedingungen	21		
13.3 Messverfahren	21		
13.4 Darstellung der Ergebnisse	21		
14 Zeitliche Instabilität	21		
14.1 Kurzzeinstabilität	21		
14.2 Mittelfristige Instabilität	22		
15 Abhängigkeit vom Beobachtungswinkel	23		
15.1 Zu messende Eigenschaften	23		
15.2 Messbedingungen	24		

1 Anwendungsbereich

Eine Reihe von Eigenschaften für Farbwiedergabe und Farbmanagement und die dazugehörigen Messverfahren für die Verwendung in Multimediasystemen und -geräten betrifft die Bewertung der Farbwiedergabe. Dieser Teil von IEC 61966 behandelt Geräte mit transmissiver Flüssigkristall-Anzeigeeinheit (LCD) für das Anzeigen von Farbbildern in Multimediaanwendungen.

Die in diesem Teil genormten Messverfahren ermöglichen eine objektive Leistungsbeurteilung und Beschreibung der Farbwiedergabe von LCD-Bildwiedergabegeräten, die analoge und/oder digitale Signale Rot, Grün und Blau an den elektrischen Eingangsanschlüssen auf dem LCD-Bildschirm als Farbbilder wiedergeben. Die Messergebnisse sind dazu bestimmt, beim Farbmanagement in Multimediasystemen verwendet zu werden.

Dieser Teil von IEC 61966 legt die Eingangs-Prüfsignale, Messbedingungen und Messverfahren, die Farbmanagement und umfassende Vergleiche der Messergebnisse ermöglichen, fest.

Die Farbsteuerung innerhalb der Geräte liegt nicht im Anwendungsbereich dieses Teils. Für die verschiedenen Parameter werden keine Grenzwerte festgelegt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Normen enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil dieses Teils der IEC 61966 sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung, und Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf diesem Teil der IEC 61966 basieren, werden gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, ob die jeweils neuesten Ausgaben der im Folgenden genannten Normen angewendet werden können. Die Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

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

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

CIE 15.2:1986, *Colorimetry*.

CIE 63:1984, *The spectroradiometric measurement of light sources*.

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Teils der IEC 61966 gelten die Definitionen nach IEC 60050-845, CIE 17.4 sowie die folgenden.

3.1

Hintergrund

Abbildung auf einem Bildschirm eines LCD-Bildwiedergabegerätes außerhalb des Prüfbereiches

3.2

Farbmessfeld, Prüfbereich

quadratische farbige Abbildung auf dem Schirm eines LCD-Bildwiedergabegerätes, die zu messen ist, bei der die Eingangsdaten für den roten, grünen und blauen Kanal innerhalb dieses Abbildungsbereiches konstant bleiben

3.3

Bildwiedergabegerät mit Kathodenstrahlröhre

farbmetrisch gut eingestelltes Gerät mit Kathodenstrahlröhre, bei dem mit digitalen Eingangssignalen Bezugs-Farbbilder dargestellt werden

3.4

LCD-Bildwiedergabegerät

jedes Multimediagerät mit einer transmissiven Flüssigkristall-Anzeigeeinheit, bei dem mit digitalen Eingangssignalen Farbbilder dargestellt werden

3.5

wirksame Bildschirmhöhe

vertikale Abmessung des Bereiches, in dem ein Bild erzeugt werden kann

3.6

wirksame Bildschirmbreite

horizontale Abmessung des Bereiches, in dem ein Bild erzeugt werden kann

3.7

normiertes (Bild-)Signal

Eingangssignal dividiert durch den Vollaussteuerungswert. Siehe auch 5.3

3.8

Messunsicherheit

zum Ergebnis einer Messung gehörender Parameter, der die Verteilung der Werte kennzeichnet, die vernünftigerweise den einzelnen zu messenden Größen zugeordnet werden können (siehe [5]*))

4 Buchstaben und Symbole

Die in diesem Teil von IEC 61966 einheitlich angewandte Schreibweise wird nachstehend zusammengefasst.

N	Anzahl der Bits in digitalen Daten je Kanal
M	größte ganze Zahl für nicht-negatives N -Bit-System; $M = 2^N - 1$
m	Anzahl der Messungen in einem Satz von Daten
D_R	an den roten Kanal angelegte digitale Daten
D_G	an den grünen Kanal angelegte digitale Daten
D_B	an den blauen Kanal angelegte digitale Daten
R	normierter Eingangspegel für den roten Kanal
G	normierter Eingangspegel für den grünen Kanal
B	normierter Eingangspegel für den blauen Kanal
X, Y, Z	mit Spektroradiometer oder Farbmessgerät gemessene, den Farbwerten entsprechende Rohdaten
X', Y', Z'	Farbwerte, die mit einem der Farbwerte, Y'_W für Spitzenweiß, normiert sind
h	wirksame Höhe des CRT-Bildschirmes
w	wirksame Breite des CRT-Bildschirmes
d	Abstand zwischen der Frontseite der LCD-Anzeige und dem Messgerät

5 Bedingungen

5.1 Umgebungsbedingungen

Alle in dieser Norm festgelegten Messungen müssen in einem dunklen Raum durchgeführt werden. Es sollte besonders darauf geachtet werden, reflektierte Beleuchtung zu vermeiden, die durch Teile der Umgebung (Schreibtischplatte, Wände usw.) und direkte Beleuchtung durch Anzeigelampen der Messgeräte verursacht wird.

Wenn vom Hersteller des zu messenden Gerätes nicht anders vorgegeben, sollte jeder Messung nach 7.2, 9.2, 11.2, 12.2 und 15.2 eine Stunde Aufwärmzeit vorausgehen.

Netzspannung und -frequenz müssen dem vom Hersteller angegebenen Bemessungswert entsprechen. Wenn die Netzspannung schwankt, muss durch eine Stabilisierung die Spannungsschwankung auf $\pm 5\%$ vom Bemessungswert beschränkt werden.

*) Ziffern in eckigen Klammern verweisen auf die Literatur.

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

Bei zusätzlichen in diesem Abschnitt nicht festgelegten Umgebungsbedingungen müssen die Spezifikationen des Herstellers berücksichtigt werden.

5.2 Messbedingungen

Kontrast, Helligkeit und zusätzliche Einstellungen müssen auf die vom Hersteller angegebenen Voreinstellungspositionen gestellt werden. Wenn die Einstellungen nicht den Voreinstellungspositionen entsprechen, müssen die Positionen oder die entsprechenden Werte mit den Messergebnissen angegeben werden.

Die Anordnung der Geräte für die Messungen muss Bild 1 entsprechen. Sie besteht, abhängig von der zu messenden Eigenschaft, aus einem Spektroradiometer oder einem berührungslosen Farbmessgerät.

Die optische Achse des Messgerätes sollte senkrecht auf der Frontseite des LCD-Bildschirmes stehen. Falls vom Hersteller ein anderer Messwinkel empfohlen wird, muss er zusammen mit den Messergebnissen angegeben werden. Der Abstand d muss $4h$ oder größer sein.

ANMERKUNG 1 Es sollte darauf geachtet werden, dass die Messungen nicht durch Schwingungen beeinflusst werden und keine Bildelemente innerhalb des Blickfeldes des Messgerätes fehlen.

An den roten, grünen oder blauen Kanal angelegte Prüfsignale müssen auf dem LCD-Bildwiedergabegerät ein Farb-Messfeld von der in Bild 2 dargestellten Größe ergeben. Die Positionsangaben des Farb-Messfeldes beziehen sich immer auf dessen Mittelpunkt nach Bild 2. Wenn nicht anders angegeben, muss der Hintergrund schwarz ($D_R = 0, D_G = 0, D_B = 0$) sein.

ANMERKUNG 2 Das zu messende Gebiet des Farb-Messfeldes muss mehr als 500 Bildpunkte enthalten.

Das Messfeld muss unmittelbar nach Anlegen der Eingangswerte an dem LCD-Bildwiedergabegerät auf die bestimmten Farben geprüft werden.

5.3 Digitale Eingangsdaten

Zwischen den digitalen Eingangsdaten D_R, D_G und D_B mit N Bits je Kanal und den entsprechenden normierten Signalpegeln R, G und B muss folgende Beziehung gelten:

$$R_i = \frac{D_{R_i}}{2^N - 1}$$

$$G_i = \frac{D_{G_i}}{2^N - 1}$$

$$B_i = \frac{D_{B_i}}{2^N - 1}$$

Dabei gibt der Index i die i -te Messstufe an.

6 Messgeräte

6.1 Spektroradiometer

Für die Messungen sollte ein Spektroradiometer entsprechend folgender Vorgaben benutzt werden.

- a) Wellenlängenbereich von 380 nm bis 780 nm einschließlich
- b) Messwinkel zwischen $0,1^\circ$ und $2,0^\circ$
- c) Wellenlängenunsicherheit weniger als 0,5 nm bei vom Hersteller des Messgerätes angegebenen Wellenlängen
- d) Abtastintervall 5 nm oder weniger
- e) Bandbreite 5 nm oder weniger
- f) Wiederholgenauigkeit 0,001 in x, y und 0,5 % in der Leuchtdichte (in cd/m^2) für die vom Hersteller des Gerätes angegebene Lichtquelle
- g) Unsicherheit 0,005 in x, y für Rot, Grün, Blau und Weiß eines Bildwiedergabegerätes mit Kathodenstrahlröhre und 4 % in der Leuchtdichte (in cd/m^2) für Weiß des Bildwiedergabegerätes mit Kathodenstrahlröhre, das festgelegte x -, y - und Leuchtdichtewerte hat
- h) Polarisationsfehler innerhalb von 5 %

(x, y) sind die Farbwertanteile nach CIE 1931, festgelegt in CIE 15.2.

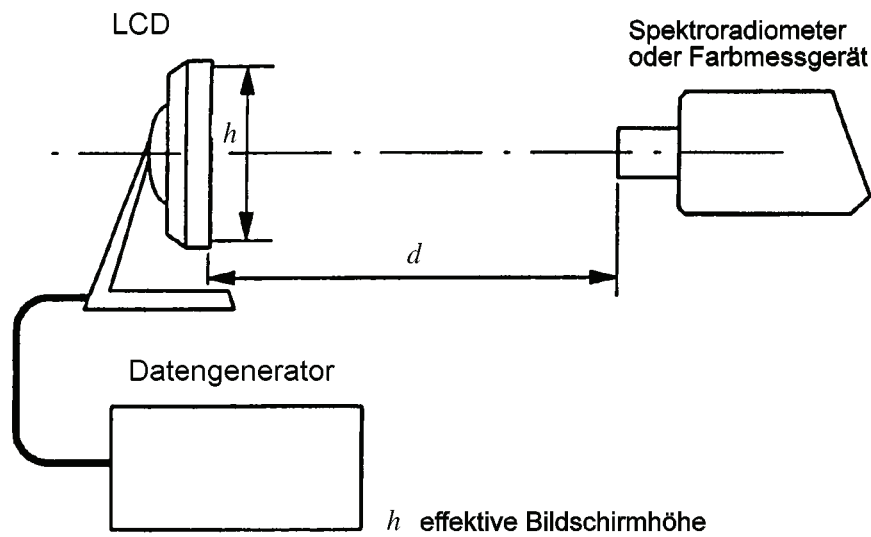
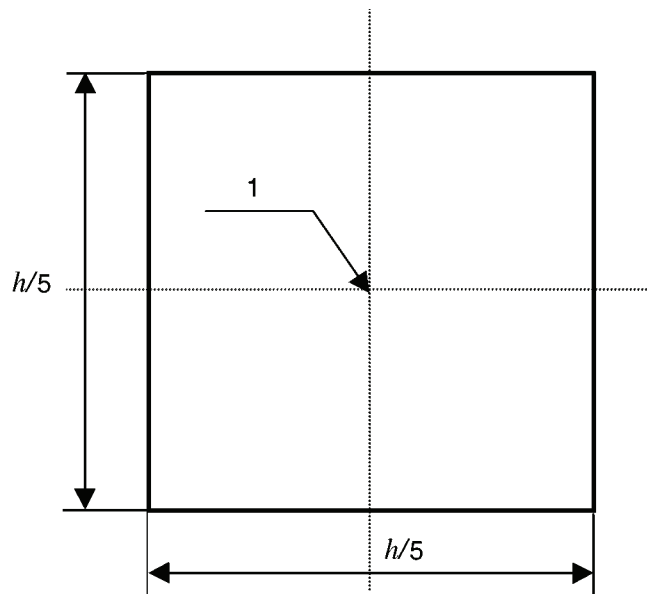


Bild 1 – Geräteanordnung für berührungslose Messung



Legende

1 Mitte

h wirksame Bildschirmhöhe

Bild 2 – Größe des Farb-Messfeldes

ANMERKUNG 1 Zu Polarisationsfehlern siehe [6].

ANMERKUNG 2 Mit einer Normquelle bekannter spektraler Leistungsverteilung sollte regelmäßig eine Kalibrierung durchgeführt werden.

ANMERKUNG 3 Weitere technische Einzelheiten über Konstruktion, Eigenschaften und Kalibrierung von Spektorradiometern können CIE 63 und [4] entnommen werden.

ANMERKUNG 4 Es wird auf das Norm-Bildwiedergabegerät mit Kathodenstrahlröhre verwiesen, weil es zur Zeit der Veröffentlichung dieses Teils kein Norm-LCD-Bildwiedergabegerät gibt. Wenn es verfügbar ist, sollte das Norm-Bildwiedergabegerät mit Kathodenstrahlröhre durch das LCD-Bildwiedergabegerät ersetzt werden.

Wenn das für die Messungen benutzte Spektorradiometer den vorstehenden Spezifikationen nicht entspricht, müssen die Typbezeichnung und die Spezifikationen dieses Gerätes mit den Messergebnissen zusammen angegeben werden.

6.2 Farbmessgerät

Das Farbmessgerät in Bild 1 sollte den folgenden Vorgaben entsprechen.

- a) Blickfeld, Einfallswinkel jeder Wert zwischen $0,1^\circ$ und 2°
(berührunglose Messung)
- b) Spektrale Empfindlichkeit entsprechend den in ISO/CIE 10527 definierten 2° -Normspektralwertfunktionen nach CIE
- c) Wiederholgenauigkeit 0,002 in x , y und 0,5 % in der Leuchtdichte (in cd/m^2) für die vom Hersteller des Gerätes angegebene Lichtquelle
- d) Unsicherheit 0,005 in x , y für Rot, Grün, Blau und Weiß eines Bildwiedergabegerätes mit Kathodenstrahlröhre und 4 % in Leuchtdichte (in cd/m^2) für Weiß des Bildwiedergabegerätes mit Kathodenstrahlröhre, das festgelegte x -, y - und Leuchtdichtewerte hat

(x, y) sind die Farbwertanteile nach CIE 1931, festgelegt in CIE 15.2.

ANMERKUNG 1 Wenn die ursprüngliche Messunsicherheit des Farbmessgerätes diese Empfehlung nicht erfüllt, sind Korrekturverfahren verfügbar, um die Genauigkeit für die Messung der Anzeige der Kathodenstrahlröhre zu verbessern. (Siehe [1], [2] und [8].)

ANMERKUNG 2 Das Messgerät sollte regelmäßig kalibriert werden, um die in d) angegebene Empfehlung bezüglich der Messunsicherheit sicherzustellen.

ANMERKUNG 3 Es wird auf das Norm-Bildwiedergabegerät mit Kathodenstrahlröhre verwiesen, weil es zur Zeit der Veröffentlichung dieses Teils kein Norm-LCD-Bildwiedergabegerät gibt. Wenn es verfügbar ist, sollte das Norm-Bildwiedergabegerät mit Kathodenstrahlröhre durch das LCD-Anzeigegerät ersetzt werden.

Die Ablesungen des Farbmessgerätes X , Y (in cd/m^2) und Z müssen auf den Leuchtdichtepegel für Spitzenweiß Y_n wie folgt normiert werden:

$$X' = \frac{X}{Y_n}$$

$$Y' = \frac{Y}{Y_n}$$

$$Z' = \frac{Z}{Y_n}$$

Wenn das für die Messungen benutzte Farbmessgerät den oben genannten Spezifikationen nicht entspricht, müssen die Typbezeichnung und die Spezifikationen des Gerätes zusammen mit den Messergebnissen angegeben werden.

7 Spektrale Eigenschaften und Strahlungsdichte der Farbreize für die Primärfarben und Weiß

7.1 Zu messende Eigenschaften

Spektrale Verteilung der Strahlungsdichte und entsprechende Farbwerte für Spitzenwerte der drei Primärfarben Rot, Grün und Blau und für Weiß.

7.2 Messbedingungen

Die Anordnung der Geräte muss Bild 1 mit Spektroradiometer entsprechen.

Das Farbsignal muss so erzeugt werden, dass das Farb-Messfeld in der Mitte der zu messenden LCD liegt.

Die digitalen Daten für den Hintergrund müssen $D_R = 0$, $D_G = 0$ und $D_B = 0$ sein.

7.3 Messverfahren

Das zentrierte Farb-Messfeld muss entsprechend den Stufen der Messung nach Tabelle 1 erzeugt werden, dabei ist $M = 2^N - 1$ und N die Anzahl Bits je Kanal.

Tabelle 1 – Eingangsdaten für Spitzen-Primärfarben und Spitzenweiß

Stufen	Farben	D_R	D_G	D_B
1	Spitzenrot	M	0	0
2	Spitzengrün	0	M	0
3	Spitzenblau	0	0	M
4	Spitzenweiß	M	M	M

Die spektrale Verteilung der Strahlungsdichte $r(\lambda)$, $g(\lambda)$, $b(\lambda)$ und $w(\lambda)$ der Abbildungen von Spitzenrot, -grün, -blau und -weiß auf der LCD müssen nacheinander mit dem Spektroradiometer im Wellenlängenbereich von $\lambda = 380 \text{ nm}$ bis 780 nm gemessen werden.

Die Ablesungen des Spektroradiometers X_C , Y_C , Z_C müssen notiert werden, dabei entspricht C als Index den Primärfarben R, G und B bzw. dem Spitzenweiß W.

7.4 Darstellung der Ergebnisse

Die gemessenen Daten für die spektralen Verteilungen der Strahlungsdichte müssen für Spitzenrot, -grün, -blau und -weiß angegeben werden.

Die spektralen Verteilungen der Strahlungsdichte $r(\lambda)$, $g(\lambda)$, $b(\lambda)$ müssen für Spitzenrot, -grün bzw. -blau als Kurven graphisch dargestellt werden, wie in Bild 3 als Beispiel gezeigt.

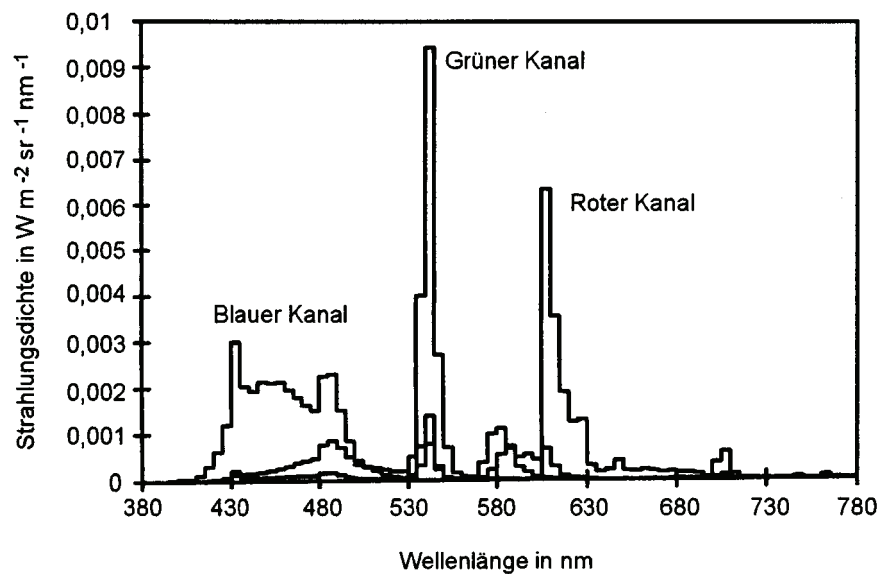


Bild 3 – Beispiel für die Darstellung als Kurven

Die Farbwerte für Spitzenrot, -grün, -blau und -weiß müssen tabellarisch, wie in Tabelle 2 gezeigt, angegeben werden.

Tabelle 2 – Beispiel für die Angabe für Farben in maximaler Anregung

Stufen	Farben	X	Y (cd/m^2)	Z
1	Spitzenrot	58,54	34,22	6,358
2	Spitzengrün	40,33	76,04	19,08
3	Spitzenblau	25,26	20,19	125,9
4	Spitzenweiß	122,8	129,1	150,1

8 Farbmétrische Grundeigenschaften

8.1 Zu messende Eigenschaften

Lineares Verháltnis zwischen der maximalen Eingangsanregung und den Farbwerten des Licht-Ausgangssignals.

8.2 Messverfahren

Die bei der Messung nach 7.4 erhaltenen Ergebnisse müssen zur Berechnung der Farbwerte benutzt werden, mit denen die drei Primárfarben Rot, Grün und Blau und Weiß beschrieben werden. Die Leuchtdichte in cd/m^2 muss wie folgt für Rot, Grün, Blau und Weiß normiert werden, dabei wird der Index C durch R, G, B und W ersetzt.

$$X'_C = \frac{X_C}{Y_n}$$

$$Y'_C = \frac{Y_C}{Y_n}$$

$$Z'_C = \frac{Z_C}{Y_n}$$

Dabei ist der Normierungsfaktor Y_n ein gemessener Leuchtdichtewert für Spitzenweiß, der in Tabelle 2 angegeben wird.

Die x -, y -Farbwertanteile nach CIE 1931, x_C , y_C , z_C für die Primárfarben, und für Weiß nach CIE 15.2 müssen berechnet werden, dabei entspricht C als Index R, G und B für die Primárfarben bzw. W für Weiß.

$$x_C = \frac{X'_C}{X'_C + Y'_C + Z'_C}$$

$$y_C = \frac{Y'_C}{X'_C + Y'_C + Z'_C}$$

$$z_C = 1 - x_C - y_C$$

Die Elemente einer 3×3 -Matrix S , festgelegt als

$$\begin{pmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{pmatrix} = S \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \quad (1)$$

Dabei sind R, G und B normierte Eingangssignalpegel wie in 5.3 festgelegt, müssen wie nachstehend bestimmt werden:

$$S = \begin{pmatrix} x_R/y_R & x_G/y_G & x_B/y_B \\ 1 & 1 & 1 \\ z_R/y_R & z_G/y_G & z_B/y_B \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S_R & 0 & 0 \\ 0 & S_G & 0 \\ 0 & 0 & S_B \end{pmatrix}$$

Dabei sind S_R , S_G und S_B Lösungen der Gleichung (2):

$$\begin{pmatrix} x_R/y_R & x_G/y_G & x_B/y_B \\ 1 & 1 & 1 \\ z_R/y_R & z_G/y_G & z_B/y_B \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S_R \\ S_G \\ S_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_W/y_W \\ 1 \\ z_W/y_W \end{pmatrix} \quad (2)$$

8.3 Darstellung der Ergebnisse

Die Farbwerte und die x -, y -Farbwertanteile nach CIE 1931 müssen tabellarisch, wie in Tabelle 3 gezeigt, angegeben werden.

Tabelle 3 – Beispiel für die Darstellung der Ergebnisse

Farben	Farbwerte (%)			Farbwertanteile	
	X'	Y'	Z'	x	y
Spitzenrot	45,34	26,51	4,92	0,590 6	0,345 3
Spitzengrün	31,24	58,90	14,78	0,297 8	0,561 4
Spitzenblau	19,57	15,64	97,52	0,147 4	0,117 8
Spitzenweiß	95,12	100,00	116,27	0,305 5	0,321 1

ANMERKUNG Die USC-Koordinatenwerte u' , v' nach CIE 1976 und die CIELAB-Werte L^* , a^* und b^* dürfen zusätzlich angegeben werden.

Die Koeffizientenmatrix muss wie dargestellt angegeben werden.

$$S = \begin{pmatrix} 0,448 0 & 0,309 2 & 0,194 2 \\ 0,262 0 & 0,582 8 & 0,155 2 \\ 0,048 6 & 0,146 2 & 0,968 1 \end{pmatrix}$$

Die in 5.5 von CIE 15.2 festgelegte ähnlichste Farbtemperatur für Spitzenweiß muss auch berechnet und zusammen mit der Abweichung δ_{uv} in Kelvin angegeben werden.

ANMERKUNG Für das empfohlene Verfahren zur Berechnung der ähnlichsten Farbtemperatur wird auf [13] verwiesen.

9 Tonwert-Kennlinien

9.1 Zu messende Eigenschaft

Nichtlineares Übertragungsverhältnis zwischen dem jeweils am roten, grünen oder blauen Kanal angelegten normierten Eingangssignal und dem normierten Leuchtdichtepegel der LCD.

9.2 Messbedingungen

Die Anordnung der Geräte muss Bild 1 entsprechen.

Die Eingangsdaten D_{R_i} , D_{G_i} und D_{B_i} für die Messstufe i müssen so angelegt werden, dass sie Farb-Messfelder in der Mitte der zu messenden LCD erzeugen (siehe Bild 2).

Die digitalen Eingangsdaten für den Hintergrund müssen $D_R = 0$, $D_G = 0$ und $D_B = 0$ sein.

9.3 Messverfahren

Das zentrierte Farb-Messfeld muss für m Eingangsdaten von $\frac{1}{m}2^N$ bis $M = 2^N - 1$ angezeigt werden, dabei ist m die Anzahl der Datenpunkte und muss mindestens 32 sein, und N ist die Anzahl der Bits je Kanal. Bei der Messung des roten Kanals muss $D_G = D_B = 0$, des grünen Kanals $D_R = D_B = 0$ bzw. des blauen Kanals $D_R = D_G = 0$ bleiben.

Die Ablesungen des Farbmessgerätes für jedes der Farb-Messfelder auf dem LCD-Bildschirm müssen nacheinander aufgezeichnet und als X_C^i , Y_C^i und Z_C^i notiert werden, dabei muss der Index C für den roten, grünen bzw. blauen Kanal durch R, G, B ersetzt werden, und der Index i entspricht den Messstufen $i = 1, 2, \dots, m$.

Die gemessenen Farbwerte müssen auf die Maximalwerte normiert werden in Übereinstimmung mit der maximalen Anregung für die letzte Stufe m mit den Eingangsdaten $M = 2^N - 1$.

$$X''_{iC} = \frac{X_C^i}{X_C^m}$$

$$Y''_{iC} = \frac{Y_C^i}{Y_C^m}$$

$$Z''_{iC} = \frac{Z_C^i}{Z_C^m}$$

Dabei muss der Index C durch R, G und B ersetzt werden.

9.4 Darstellung der Ergebnisse

Die gemessenen und normierten Daten X''_{iC} , Y''_{iC} und Z''_{iC} für $i = 1$ bis $i = m$ müssen, wie in Bild 4 gezeigt, als lineare und logarithmische Kurven mit interpoliertem nichtlinearem Übertragungsverhältnis für C = R, G und B angegeben werden.

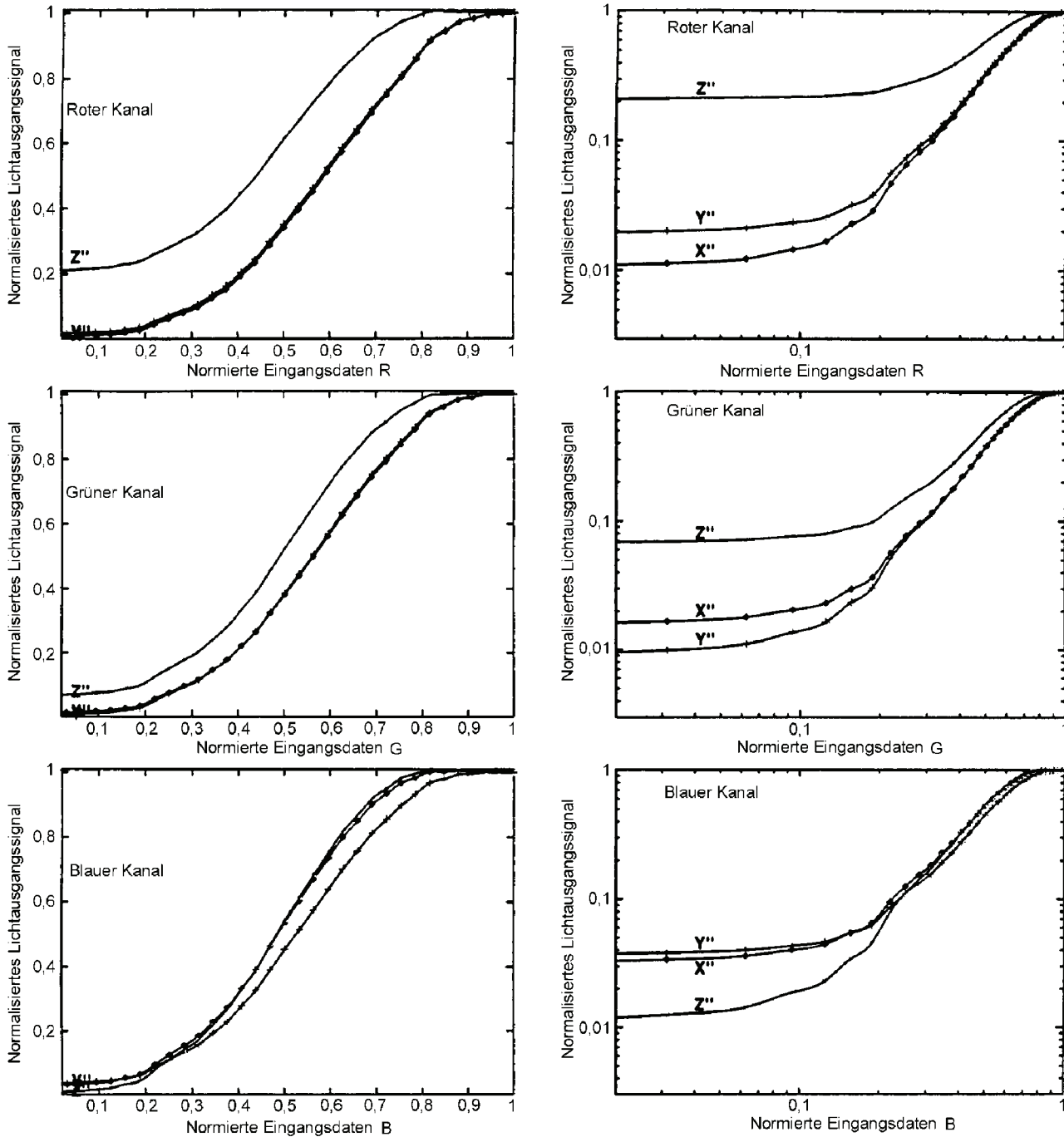


Bild 4 – Gemessene Punkte und interpolierte Kurven im linearen und log-log-Maßstab

Die Grunddaten in 9.3, dritter Absatz, müssen auch, wie in Tabelle 4 gezeigt, angegeben werden.

10 Eigenschaften des Farbverlaufes

10.1 Zu messende Eigenschaft

Änderungen der Farbart der Primärfarben und Unbunt in Abhängigkeit vom Treiberpegel jedes Kanals.

10.2 Messbedingungen

Die Anordnung der Geräte muss Bild 1 entsprechen.

Die Eingangsdaten D_{R_k} , D_{G_k} und D_{B_k} für die Messstufe k müssen so gewählt werden, dass sie Farb-Messfelder erzeugen, die in der Mitte der zu messenden LCD angeordnet sind. Größe und Form der Farb-Messfelder müssen Bild 2 entsprechen.

Die digitalen Eingangsdaten für den Hintergrund müssen $D_R = 0$, $D_G = 0$ und $D_B = 0$ sein.

10.3 Messverfahren

Das zentrierte Farb-Messfeld muss für m Eingangsdaten von $\frac{1}{m}2^N$ bis $M = 2^N - 1$ angezeigt werden, dabei ist m die Anzahl der Datenpunkte und muss mindestens 8 sein, und N die Anzahl der Bits für jeden der drei Kanäle.

Die Daten für die Kanäle des LCD-Bildwiedergabegerätes müssen so sein, dass D_R mit $D_G = D_B = 0$ für die Primärfarbe Rot, D_G mit $D_R = D_B = 0$ für die Primärfarbe Grün, D_B mit $D_R = D_G = 0$ für die Primärfarbe Blau und $D_R = D_G = D_B = 0$ für Unbunt verändert wird.

Die Werte der Farbwertanteile (u' , v') in der USC-Farbtabelle nach CIE 1976 müssen mit dem Farbmessgerät nacheinander gemessen werden.

10.4 Darstellung der Ergebnisse

Die gemessenen Daten müssen wie in Tabelle 5 mit den digitalen Eingangswerten D_R , D_G , D_B angegeben werden.

Die Messergebnisse müssen auch in der USC-Farbtabelle nach CIE 1976 dargestellt werden, (u' , v') wie in Bild 5 gezeigt.

Tabelle 5 – Beispiel für Farbverlaufdaten

Eingangsdaten	Rot		Grün		Blau		Unbunt	
	u'	v'	u'	v'	u'	v'	u'	v'
D_1	0,2298	0,4563	0,1623	0,4818	0,1741	0,3783	0,1870	0,4418
D_2	0,3364	0,4975	0,1357	0,5352	0,1551	0,2814	0,1886	0,4470
D_3	0,3695	0,5105	0,1311	0,5457	0,1501	0,2611	0,1894	0,4504
D_4	0,3856	0,5171	0,1299	0,5506	0,1469	0,2566	0,1906	0,4552
D_5	0,3934	0,5204	0,1304	0,5532	0,1439	0,2612	0,1926	0,4614
D_6	0,3993	0,5227	0,1315	0,5555	0,1407	0,2707	0,1957	0,4695
D_7	0,4041	0,5244	0,1329	0,5573	0,1377	0,2816	0,2007	0,4804
D_8	0,4051	0,5247	0,1333	0,5577	0,1371	0,2837	0,2024	0,4835

In Tabelle 5 sind die Werte der Daten für D_k :

$$D_k = \begin{cases} 2^{N-3}k & \text{für } k = 1, \dots, 7, \\ 2^{N-3}k-1 & \text{für } k = 8. \end{cases}$$

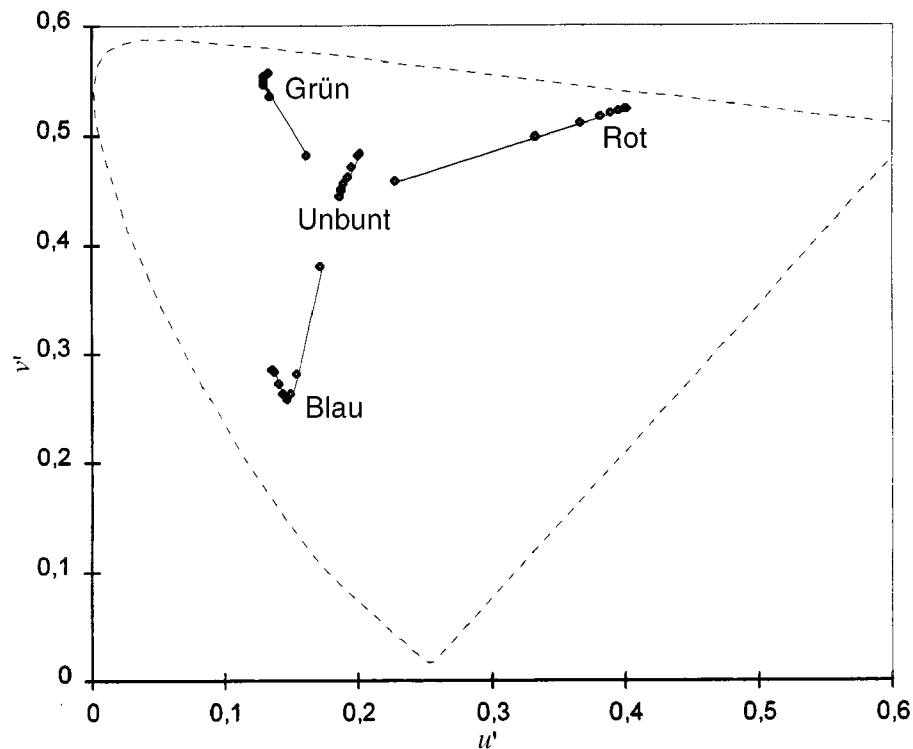


Bild 5 – Beispiel der Farbverlaufkurven

11 Abhängigkeit zwischen den Kanälen

11.1 Zu messende Eigenschaft

Kanal-Wechselbeziehung zwischen den Eingangsdaten und den Farbwerten X' , Y' , Z' der angezeigten Farben. Die Beziehung, die von der Wechselwirkung zwischen den Kanälen abhängt, muss wie folgt definiert werden:

$$\begin{pmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{pmatrix} = \mathbf{S} \cdot \mathbf{T} \begin{pmatrix} 1 \\ R' \\ G' \\ B' \\ R'G' \\ G'B' \\ B'R' \\ R'G'B' \end{pmatrix} \quad (3)$$

Dabei sind die Variablen R' , G' und B' Daten, die durch Interpolation der gemessenen Daten gewonnen und als X''_R , Y''_G , Z''_B in 9.4, Tabelle 4 angegeben werden. Die abhängigen Variablen X' , Y' und Z' sind gemessene und normierte Farbwerte des Licht-Ausgangssignals wie in 8.2. In Gleichung (3) sind \mathbf{S} und \mathbf{T} 3×3 - und 3×8 -Matrizen, die wie folgt definiert sind.

$$\mathbf{S} = \begin{pmatrix} s_{11} & s_{12} & s_{13} \\ s_{21} & s_{22} & s_{23} \\ s_{31} & s_{32} & s_{33} \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{T} = \begin{pmatrix} t_{0_x} & t_{1_x} & t_{2_x} & t_{3_x} & t_{4_x} & t_{5_x} & t_{6_x} & t_{7_x} \\ t_{0_y} & t_{1_y} & t_{2_y} & t_{3_y} & t_{4_y} & t_{5_y} & t_{6_y} & t_{7_y} \\ t_{0_z} & t_{1_z} & t_{2_z} & t_{3_z} & t_{4_z} & t_{5_z} & t_{6_z} & t_{7_z} \end{pmatrix}$$

ANMERKUNG Die in 8.3 erhaltene und angegebene Matrix \mathbf{S} definiert die dominierende Beziehung. Die Matrix \mathbf{T} definiert die Beziehung zwischen rotem, grünem und blauem Kanal.

11.2 Messbedingungen

Die Anordnung der Geräte muss Bild 1 entsprechen.

Das Farbsignal muss so angelegt werden, dass das Farb-Messfeld in der Mitte des Bildschirms des zu messenden LCD-Bildwiedergabegerätes erzeugt wird.

Die Eingangsdaten für den Hintergrund müssen $D_R = 0$, $D_G = 0$ und $D_B = 0$ sein.

11.3 Messverfahren

Die zentrierten Farb-Messfelder müssen durch einen Signalgenerator mit Eingangsdaten erzeugt werden, die den in Tabelle 6 für die 32 Farben gezeigten Messstufen entsprechen.

Tabelle 6 – Ansteuerungspegel zum Erzeugen von Farb-Messfeldern für die Messung der Abhängigkeit zwischen den Kanälen

Stufe, i	Farbe	D_R	D_G	D_B
1	Grau 1	D_1	D_1	D_1
2	Grau 2	D_2	D_2	D_2
3	Grau 3	D_3	D_3	D_3
4	Grau 4	D_4	D_4	D_4
5	Grau 5	D_5	D_5	D_5
6	Grau 6	D_6	D_6	D_6
7	Grau 7	D_7	D_7	D_7
8	Grau 8	D_8	D_8	D_8
9	Rot 1	D_4	D_0	D_0
10	Rot 2	D_6	D_2	D_2
11	Rot 3	D_8	D_0	D_0
12	Rot 4	D_8	D_4	D_4
13	Grün 1	D_0	D_4	D_0
14	Grün 2	D_2	D_6	D_2
15	Grün 3	D_0	D_8	D_0
16	Grün 4	D_4	D_8	D_4
17	Blau 1	D_0	D_0	D_4
18	Blau 2	D_2	D_2	D_6
19	Blau 3	D_0	D_0	D_8
20	Blau 4	D_4	D_4	D_8
21	Gelb 1	D_4	D_4	D_0
22	Gelb 2	D_6	D_6	D_2
23	Gelb 3	D_8	D_8	D_0
24	Gelb 4	D_8	D_8	D_4
25	Magenta 1	D_4	D_0	D_4
26	Magenta 2	D_6	D_2	D_6
27	Magenta 3	D_8	D_0	D_8
28	Magenta 4	D_8	D_4	D_8
29	Cyan 1	D_0	D_4	D_4
30	Cyan 2	D_2	D_6	D_6
31	Cyan 3	D_0	D_8	D_8
32	Cyan 4	D_4	D_8	D_8

In Tabelle 6 müssen die Werte der Daten D_k sein:

$$D_k = \begin{cases} 2^{N-3}k & \text{für } k = 0, \dots, 7, \\ 2^{N-3}k-1 & \text{für } k = 8. \end{cases}$$

Dabei ist N die Anzahl der Bits je Kanal.

Die normierten Farbwerte X'_i , Y'_i und Z'_i für $i = 1$ bis $i = 32$ für alle Farb-Messfelder auf dem LCD-Bildwiedergabegerät müssen nacheinander mit dem Farbmessgerät gemessen werden.

Die D_{R_i} , D_{G_i} und D_{B_i} in Tabelle 6 entsprechenden Daten R'_i , G'_i und B'_i müssen berechnet werden.

Die Werte der in 11.1 definierten Koeffizientenmatrix \mathbf{T} müssen folgendermaßen berechnet werden:

$$\mathbf{T} = \mathbf{S}^{-1}((\mathbf{D}'\mathbf{D})^{-1}\mathbf{D}'\mathbf{A})^t$$

Dabei sind die Matrizen \mathbf{D} und \mathbf{A} folgendermaßen definiert:

$$\mathbf{D} = \left(\begin{array}{ccc|ccc|ccc} 1 & R'_1 & G'_1 & B'_1 & R'_1G'_1 & G'_1B'_1 & B'_1R'_1 & R'_1G'_1B'_1 \\ 1 & R'_2 & G'_2 & B'_2 & R'_2G'_2 & G'_2B'_2 & B'_2R'_2 & R'_2G'_2B'_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & R'_{32} & G'_{32} & B'_{32} & R'_{32}G'_{32} & G'_{32}B'_{32} & B'_{32}R'_{32} & R'_{32}G'_{32}B'_{32} \end{array} \right)$$

$$\mathbf{A} = \left(\begin{array}{ccc} X'_1 & Y'_1 & Z'_1 \\ X'_2 & Y'_2 & Z'_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ X'_{32} & Y'_{32} & Z'_{32} \end{array} \right)$$

11.4 Darstellung der Ergebnisse

Die Matrix \mathbf{T} muss wie folgt angegeben werden.

$$\mathbf{T} = \left(\begin{array}{ccc|ccc|ccc} -0,0106 & 1,0009 & -0,0226 & 0,0004 & 0,0069 & -0,0326 & -0,0054 & 0,0217 \\ -0,0114 & -0,0057 & 0,9993 & -0,0440 & 0,0000 & 0,0072 & -0,0143 & 0,0166 \\ 0,0066 & -0,0291 & -0,0130 & 0,9935 & -0,0259 & 0,0093 & 0,0133 & 0,0146 \end{array} \right)$$

Die gemessenen Daten müssen auch wie in Tabelle 7 gezeigt angegeben werden.

12 Räumliche Ungleichmäßigkeit

12.1 Zu messende Eigenschaften

Ungleichmäßigkeit der Helligkeit (siehe IEC 60050(845-03-54) und (845-03-56), Gemeinschaftsveröffentlichung der IEC/CIE) und der Farbwertanteile über den gesamten LCD-Bildschirm.

12.2 Messbedingungen

Die Anordnung der Geräte muss Bild 1 entsprechen.

12.3 Messverfahren

Die Daten $D_R = M$, $D_G = M$ und $D_B = M$ müssen so angelegt werden, dass im gesamten Bereich der zu messenden LCD Weiß abgebildet wird, dabei ist $M = 2^N - 1$ und N die Anzahl der Bits.

Die Farbwerte X_i , Y_i und Z_i müssen, wie in Bild 6 gezeigt, unter Verwendung des Farbmessgerätes an 25 Punkten ($1 \leq i \leq 25$) gemessen werden.

Tabelle 7 – Beispiel der normierten Farbwerte (die Matrix A)

<i>i</i>	<i>X'</i>	<i>Y'</i>	<i>Z'</i>
1	0,012 2	0,012 8	0,018 9
2	0,058 3	0,061 4	0,085 6
3	0,139 8	0,147 9	0,198 9
4	0,295 3	0,313 3	0,400 2
5	0,497 7	0,529 9	0,629 8
6	0,711 9	0,759 0	0,817 5
7	0,904 9	0,962 6	0,896 5
8	0,941 7	1,000 0	0,890 9
9	0,163 4	0,097 4	0,023 7
10	0,393 6	0,253 5	0,104 0
11	0,481 3	0,277 1	0,038 5
12	0,632 0	0,499 9	0,386 9
13	0,122 1	0,229 7	0,062 5
14	0,290 2	0,504 2	0,176 0
15	0,319 6	0,594 3	0,119 1
16	0,499 0	0,708 6	0,457 2
17	0,083 7	0,065 1	0,406 2
18	0,184 5	0,166 5	0,726 7
19	0,155 9	0,143 3	0,746 6
20	0,368 3	0,382 4	0,802 1
21	0,252 6	0,299 6	0,074 1
22	0,607 1	0,682 6	0,195 1
23	0,792 5	0,863 9	0,149 5
24	0,849 9	0,906 4	0,449 8
25	0,225 8	0,145 5	0,370 6
26	0,514 0	0,354 1	0,736 2
27	0,631 7	0,414 7	0,779 2
28	0,715 0	0,577 3	0,820 1
29	0,181 3	0,255 3	0,440 3
30	0,407 2	0,592 3	0,813 5
31	0,469 1	0,730 3	0,858 0
32	0,583 9	0,796 6	0,871 1

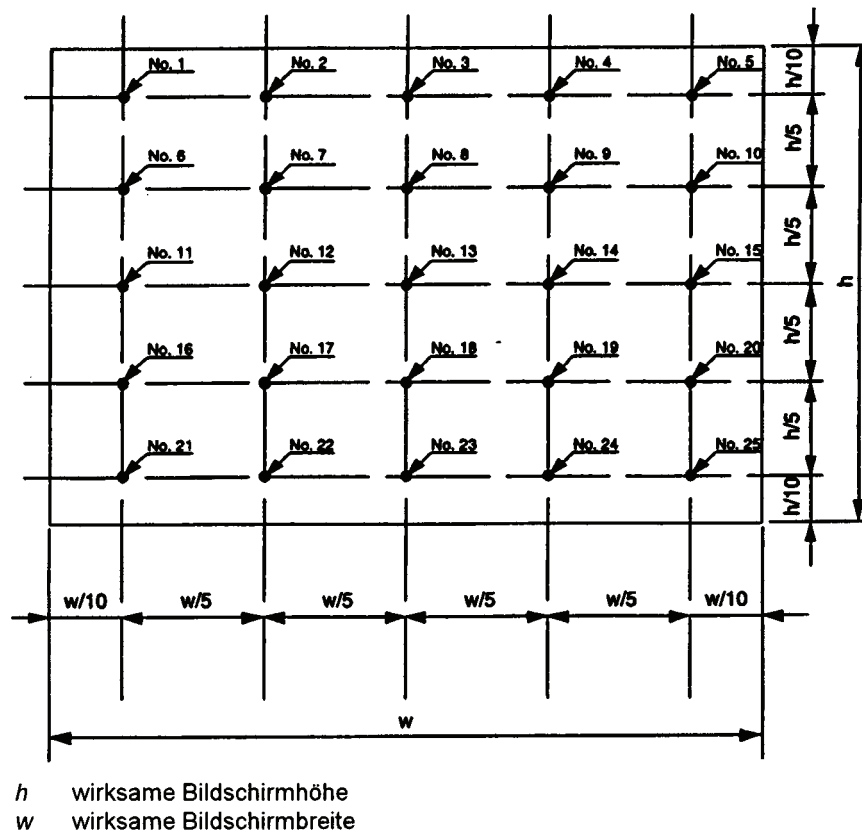


Bild 6 – Messpunkte für räumliche Ungleichmäßigkeit

ANMERKUNG Die optische Achse des Messgerätes in Position 13 steht senkrecht auf dem LCD-Bildschirm, jedoch weichen die Winkel außerhalb der Mittenposition von der Senkrechten ab.

Die folgenden Farbabweichungen im UCS- und $L^*a^*b^*$ -Koordinatensystem nach CIE 1976 müssen bezogen auf X_{13} , Y_{13} , Z_{13} in der Mitte der LCD berechnet werden.

$$\Delta u'_i = u_i - u'_{13} \text{ N)}$$

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

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

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

$$\Delta C^*_{ab_i} = \sqrt{a^{*2}_i + b^{*2}_i} - \sqrt{a^{*2}_{13} + b^{*2}_{13}}$$

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

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

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

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

N) Nationale Fußnote: Die korrekte Gleichung ist: $\Delta u'_i = u'_i - u'_{13}$.

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

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

ANMERKUNG Diese Gleichungen sind für $\frac{Y_i}{Y_{13}} \geq 0,008856$ gültig.

12.4 Darstellung der Ergebnisse

Die als Maßzahlen für die Ungleichmäßigkeit errechneten Ergebnisse $\Delta u'$, $\Delta v'$, $\Delta u'v'$, ΔL^* und ΔC_{ab}^* für $1 \leq i \leq 25$ müssen wie in Tabelle 8 gezeigt angegeben werden.

Zur Interpretation der Werte $\Delta u'v'$ und bezüglich der Anforderungen an die Werte $\Delta u'v'$ muss auf ISO 9241-8 Bezug genommen werden.

Tabelle 8 – Beispiel für die Form der Ergebnisse

Position	$\Delta u'$	$\Delta v'$	$\Delta u'v'$	ΔL^*	ΔC_{ab}^*
1	-0,0014	0,0032	0,0035	-6,91	3,12
2	-0,0008	-0,0006	0,0010	-7,17	0,61
3	0,0002	-0,0023	0,0023	-7,31	1,59
4	0,0011	-0,0042	0,0043	-7,14	3,91
5	0,0013	-0,0042	0,0044	-8,29	5,13
6	-0,0006	0,0032	0,0033	-3,50	3,43
7	-0,0004	0,0015	0,0016	-0,74	1,57
8	0,0002	-0,0017	0,0017	-1,07	0,65
9	0,0011	-0,0032	0,0034	-0,95	2,43
10	0,0018	-0,0033	0,0038	-5,59	4,72
11	0,0000	0,0040	0,0040	-2,32	4,58
12	-0,0004	0,0026	0,0026	-1,83	1,53
13	0	0	0	0	0
14	0,0013	-0,0020	0,0024	-2,02	3,32
15	0,0018	-0,0019	0,0026	-4,81	3,81
16	0,0003	0,0059	0,0059	-3,32	5,10
17	0,0010	0,0046	0,0047	-1,92	2,82
18	0,0004	0,0020	0,0020	-1,19	0,61
19	0,0016	0,0007	0,0017	-2,94	1,30
20	0,0021	0,0001	0,0021	-5,72	2,16
21	0,0009	0,0076	0,0077	-6,28	4,89
22	0,0010	0,0062	0,0063	-6,31	3,75
23	0,0022	0,0047	0,0052	-5,39	2,47
24	0,0025	0,0036	0,0044	-6,54	1,57
25	0,0022	0,0030	0,0037	-8,09	1,15

13 Abhängigkeit vom Hintergrund

13.1 Zu messende Eigenschaft

Grad der farbmtrischen Änderung in der Mitte des Bildschirmes in Abhängigkeit von der Helligkeit des Hintergrundes.

13.2 Messbedingungen

Die Anordnung der Geräte muss Bild 1 entsprechen.

Die Eingangsdaten müssen so erzeugt werden, dass das in Bild 2 festgelegte Messfeld in der Mitte des Bildschirmes des zu messenden LCD-Bildwiedergabegerätes angeordnet ist.

13.3 Messverfahren

Der Signalgenerator muss die Eingangsdaten $D_R = M$, $D_G = M$ und $D_B = M$ für das zentrierte Messfeld und $D_R = 0$, $D_G = 0$ und $D_B = 0$ für den Hintergrund erzeugen, dabei ist $M = 2^N - 1$ und N die Anzahl der Bits.

Die dem zentrierten Messfeld entsprechenden Farbwerte X_1 , Y_1 und Z_1 müssen gemessen werden.

Die Daten für den Hintergrund müssen auf $D_R = M$, $D_G = M$, $D_B = M$ umgeschaltet werden. Dann müssen die Farbwerte X_2 , Y_2 und Z_2 , die demselben Messfeld in der Mitte entsprechen, gemessen werden.

Der Farbunterschied ΔE_{ab}^* im $L^*a^*b^*$ -Farbraum nach CIE 1976 zwischen zwei Messungen muss unter Berücksichtigung von

$$(X_n, Y_n, Z_n) = (X_1, Y_1, Z_1) \quad \text{für } Y_1 \geq Y_2$$

und

$$(X_n, Y_n, Z_n) = (X_2, Y_2, Z_2) \quad \text{für } Y_1 < Y_2$$

berechnet werden.

13.4 Darstellung der Ergebnisse

Der Grad der Hintergrundabhängigkeit muss als Farbunterschied ΔE_{ab}^* angegeben werden.

14 Zeitliche Instabilität

14.1 Kurzzeitinstabilität

14.1.1 Zu messende Eigenschaften

Die Instabilität der Farbwiedergabe beim ersten Anlegen der Versorgungsspannung an das LCD-Bildwiedergabegerät.

14.1.2 Messbedingungen

Die Anordnung der Geräte muss Bild 1 entsprechen.

Das LCD-Bildwiedergabegerät muss vor der Messung länger als 2 Stunden ausgeschaltet sein.

14.1.3 Messverfahren

Die Eingangsdaten $D_R = M$, $D_G = M$, $D_B = M$ müssen so angelegt werden, dass die gesamte Frontseite der LCD Weiß wird, dabei ist $M = 2^N - 1$ und N die Anzahl der Bits.

Die Leuchtdichte Y (in cd/m^2) und die Farbwertanteile x und y im Diagramm nach CIE 1931 müssen mit einem Farbmessgerät in der Mitte des Bildschirmes während zwei Stunden jede Minute gemessen werden.

Der zeitliche Mittelwert der gemessenen Leuchtdichte \bar{Y} muss nach folgender Gleichung berechnet werden:

$$\bar{Y} = \frac{1}{120} \sum_{i=1}^{120} Y_i$$

14.1.4 Darstellung der Ergebnisse

Die Leuchtdichte Y in Abhängigkeit von der Zeit muss als Kurve gezeichnet werden, dabei muss die vertikale Achse den Bereich von $0,8 \bar{Y}$ (in cd/m^2) bis $1,2 \bar{Y}$ (in cd/m^2) umfassen.

Die Farbwertanteile x und y müssen auch als Kurve gezeichnet werden, dabei muss wie in Bild 7 gezeigt die vertikale Achse den Bereich von 0,25 bis 0,35 umfassen.

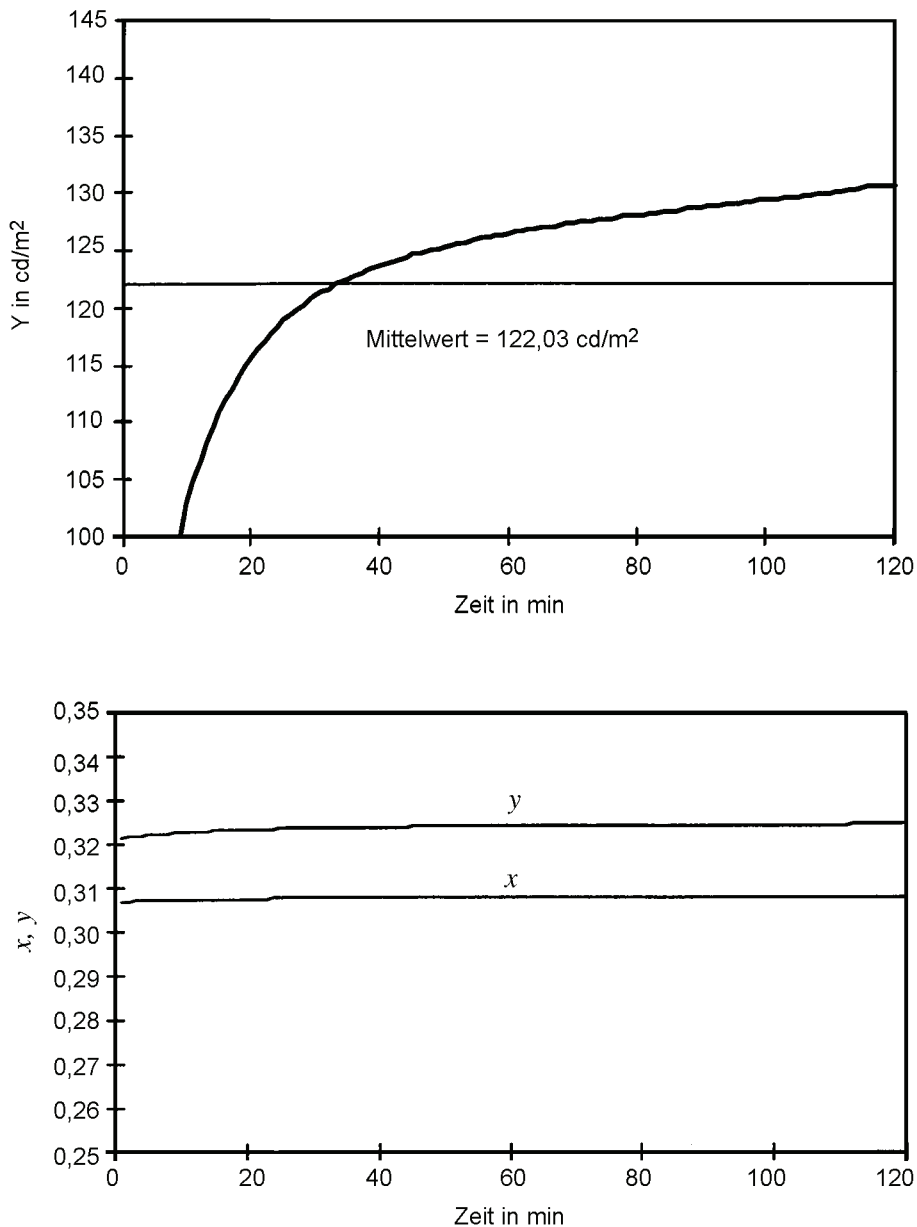


Bild 7 – Beispielkurven der Kurzzeitinstabilität

14.2 Mittelfristige Instabilität

14.2.1 Zu messende Eigenschaft

Die Instabilität der Farbwiedergabe von LCD-Bildwiedergabegeräten beim täglichen Gebrauch.

14.2.2 Messbedingungen

Die Anordnung der Geräte muss Bild 1 entsprechen.

Vor der Messung muss das LCD-Bildwiedergabegerät länger als 2 Stunden ausgeschaltet sein. Die ersten Ablesungen müssen 10 min nach dem Einschalten des LCD-Bildwiedergabegerätes durchgeführt werden.

14.2.3 Messverfahren

Die Eingangsdaten $D_R = M$, $D_G = M$, $D_B = M$ müssen so angelegt werden, dass auf der gesamten Frontfläche der LCD Weiß erzeugt wird, dabei ist $M = 2^N - 1$ und N die Anzahl der Bits.

Die Leuchtdichte (in cd/m^2) und die Farbwertanteile x und y im Diagramm nach CIE 1931 müssen mit einem Farbmessgerät in der Mitte des Bildschirms während 24 Stunden alle 10 Minuten gemessen werden.

Der zeitliche Mittelwert für die gemessene Leuchtdichte \bar{Y} muss wie folgt berechnet werden:

$$\bar{Y} = \frac{1}{144} \sum_{i=1}^{144} Y_i$$

14.2.4 Darstellung der Ergebnisse

Die Leuchtdichte Y muss über der Zeit als Kurve gezeichnet werden, dabei muss die vertikale Achse den Bereich von $0,8 \bar{Y}$ (in cd/m^2) bis $1,2 \bar{Y}$ (in cd/m^2) umfassen.

Die Farbwertanteile x und y müssen auch als Kurven gezeichnet werden, bei denen die vertikale Achse wie in Bild 8 gezeigt den Bereich von $0,25$ bis $0,35$ umfassen muss.

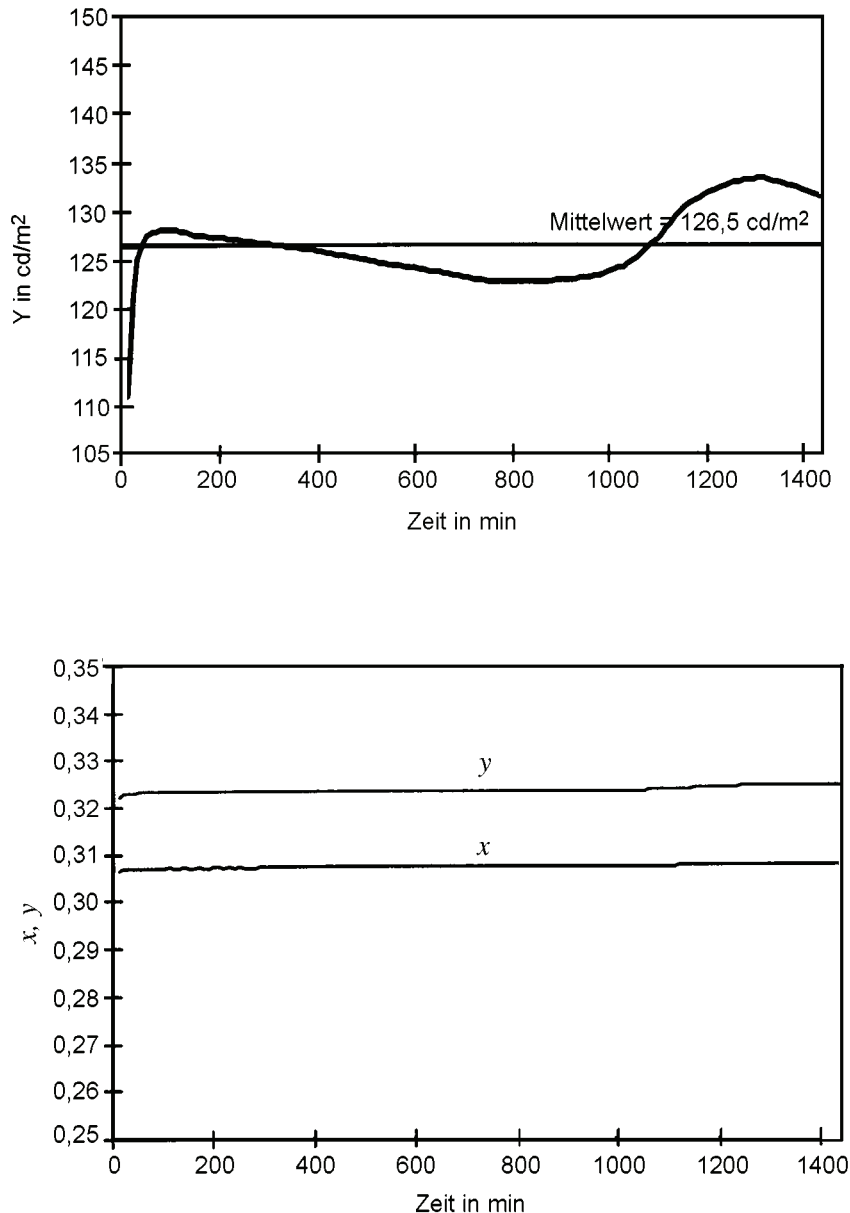


Bild 8 – Beispiel der graphischen Darstellung der mittelfristigen Stabilität

15 Abhängigkeit vom Beobachtungswinkel

15.1 Zu messende Eigenschaften

Abhängigkeit von Leuchtdichte und Farbart für Rot, Grün und Blau vom Sichtwinkel.

15.2 Messbedingungen

Die Anordnung der Geräte muss den Bildern 9 und 10 entsprechen. Die Entfernung d muss $4h$ oder größer sein, dabei ist h die wirksame Bildschirmhöhe.

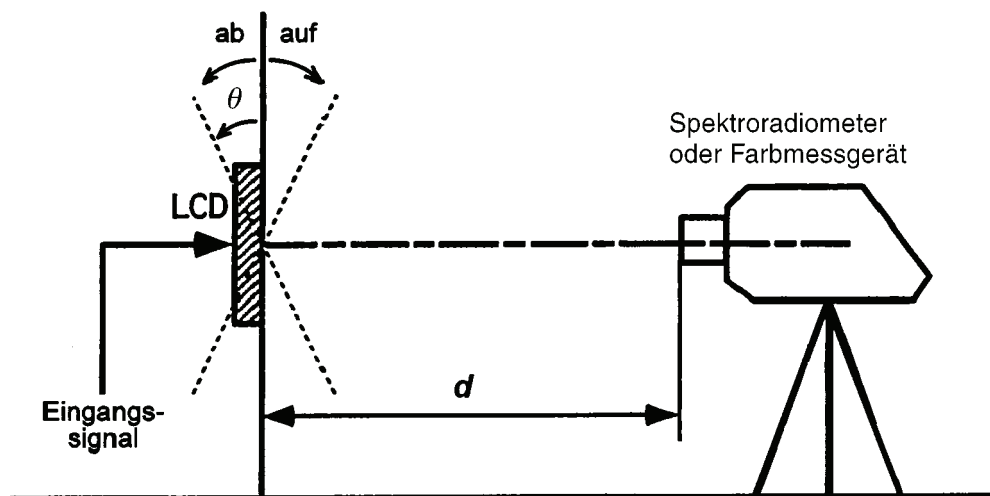


Bild 9 – Seitenansicht der Geräteanordnung

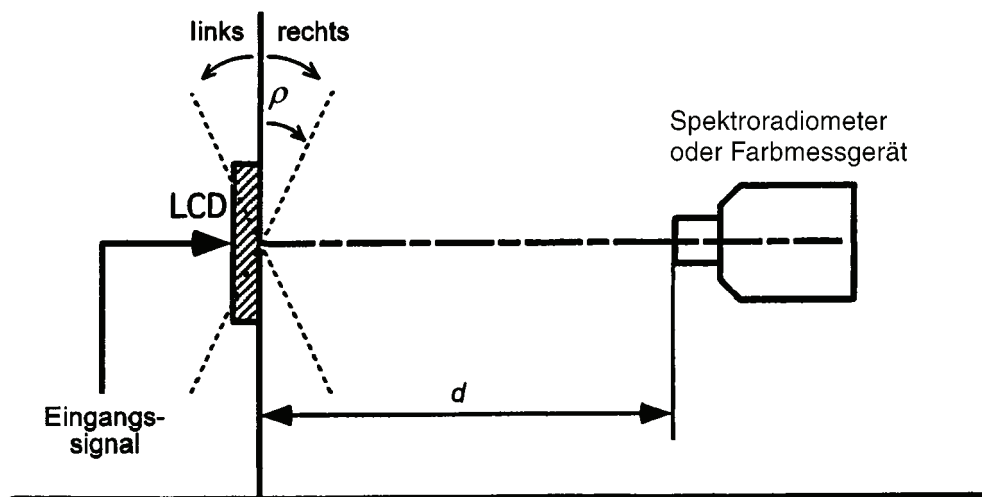


Bild 10 – Ansicht der Geräteanordnung von oben

Um die genaue Ausrichtung des Sensors zu der zu messenden LCD zu erleichtern, können mechanische Haltevorrichtungen erforderlich sein. Entweder die LCD oder der optische Sensor oder eine Kombination von beiden müssen verstellbar sein, um sie genau ausrichten zu können. Horizontales Kippen (rechts – links) und vertikales Kippen (abwärts – aufwärts) oder Drehen (mit Winkelmessung) ist zweckmäßig.

Das Farbsignal muss von dem Signalgenerator so erzeugt werden, dass die farbige Abbildung in der Mitte der zu messenden LCD angeordnet ist.

Die digitalen Daten für den Hintergrund müssen $D_R = 0$, $D_G = 0$ und $D_B = 0$ sein.

15.3 Messverfahren

Die zentrierten Farb-Messfelder müssen von dem Signalgenerator mit normierten Treiberpegeln für die in Tabelle 9 gezeigten Messstufen in 11 Farben erzeugt werden.

Tabelle 9 – Normierte Eingangssignalpegel zur Anzeige der Farb-Messfelder für die Messung der Beobachtungswinkel-Kennlinien

Stufe, i	Farbe	D_R	D_G	D_B
1	Grau 1	D_1	D_1	D_1
2	Grau 2	D_2	D_2	D_2
3	Grau 3	D_3	D_3	D_3
4	Grau 4	D_4	D_4	D_4
5	Grau 5	D_5	D_5	D_5
6	Grau 6	D_6	D_6	D_6
7	Grau 7	D_7	D_7	D_7
8	Spitzenweiß	D_8	D_8	D_8
9	Spitzenrot	D_8	D_0	D_0
10	Spitzengrün	D_0	D_8	D_0
11	Spitzenblau	D_0	D_0	D_8

In Tabelle 9 müssen die Werte der Daten D_k wie folgt sein:

$$D_k = \begin{cases} 2^{N-3}k & \text{für } k = 0, \dots, 7, \\ 2^{N-3}k-1 & \text{für } k = 8. \end{cases}$$

Die Winkelabhängigkeit der Leuchtdichte L_{V_i} für die Stufen $i = 1$ bis $i = 11$ muss nacheinander über einen angegebenen Bereich der horizontalen und vertikalen Beobachtungswinkel (mit 10° -Stufen) von der üblichen Beobachtungsrichtung aus bis 40° gemessen werden, dabei entspricht der Index i den Messstufen in Tabelle 9.

15.4 Darstellung der Ergebnisse

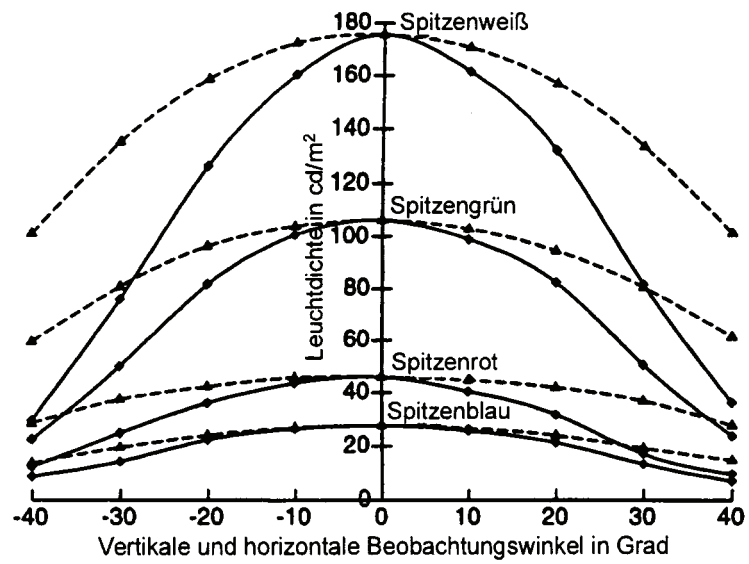
Die Leuchtdichte (in cd/m^2) und die xy -Farbwertanteile nach CIE 1931 für Spitzenrot, -grün und -blau müssen, wie in Tabelle 10 gezeigt, zusammen mit den in Bild 11 gezeigte Kurven angegeben werden.

Tabelle 10 – Beispiel für die Form des Ergebnisses

Winkel (in Grad)		Farbe											
		Spitzenrot			Spitzengrün			Spitzenblau			Spitzenweiß		
Horizontal θ		Y	x	y	Y	x	y	Y	x	y	Y	x	y
Rechts	+40	27,67	0,605	0,340	61,16	0,302	0,560	14,80	0,152	0,107	101,2	0,324	0,329
	+30	36,76	0,606	0,341	80,47	0,297	0,561	19,35	0,147	0,113	133,6	0,319	0,342
	+20	41,81	0,599	0,343	94,50	0,293	0,557	24,01	0,145	0,109	157,0	0,309	0,329
	+10	44,60	0,597	0,342	102,9	0,291	0,552	26,58	0,145	0,107	170,7	0,304	0,323
Mitte	0	45,83	0,596	0,342	106,2	0,292	0,547	27,62	0,145	0,106	175,6	0,302	0,319
	-10	45,59	0,597	0,343	103,8	0,291	0,552	26,81	0,145	0,108	172,5	0,303	0,323
	-20	42,25	0,600	0,344	96,33	0,291	0,559	24,12	0,145	0,109	158,7	0,308	0,329
	-30	37,36	0,606	0,343	80,73	0,295	0,564	19,58	0,146	0,113	135,2	0,319	0,337
Links	-40	28,75	0,603	0,342	59,49	0,298	0,567	14,05	0,151	0,122	101,1	0,331	0,346
Vertikal ρ		Y	x	y	Y	x	y	Y	x	y	Y	x	y
Unten	+40	9,546	0,599	0,324	23,84	0,290	0,527	6,893	0,153	0,097	36,11	0,291	0,299
	+30	17,15	0,599	0,328	50,47	0,295	0,532	13,42	0,148	0,095	81,55	0,296	0,301
	+20	31,69	0,598	0,337	82,22	0,291	0,544	21,36	0,145	0,100	132,1	0,297	0,310
	+10	40,45	0,599	0,339	98,97	0,293	0,545	25,72	0,144	0,103	161,5	0,302	0,315
Mitte	0	45,83	0,596	0,342	106,2	0,292	0,547	27,62	0,145	0,106	175,6	0,302	0,319
	-10	43,45	0,590	0,343	100,5	0,290	0,547	26,47	0,146	0,109	160,3	0,299	0,321
	-20	36,12	0,575	0,344	81,59	0,285	0,545	22,44	0,150	0,114	126,4	0,297	0,323
	-30	24,96	0,551	0,346	49,96	0,280	0,540	14,37	0,158	0,127	75,95	0,292	0,326
Oben	-40	12,41	0,513	0,346	22,78	0,280	0,493	8,898	0,174	0,135	29,69	0,286	0,301

Die Leuchtdichte (in cd/m^2) für die Stufen $i = 1$ bis $i = 8$ muss als Tabelle, (beispielsweise wie Tabelle 11) und in Kurvenform wie in Bild 12 gezeigt, angegeben werden.

ANMERKUNG Wenn für die Bewertung der LCD-Bildwiedergabegeräte erforderlich, dürfen zusätzliche Messungen für Kombinationen von vertikalen und horizontalen Winkeln durchgeführt werden.



Durchgezogene Linien: vertikal
Unterbrochene Linien: horizontal

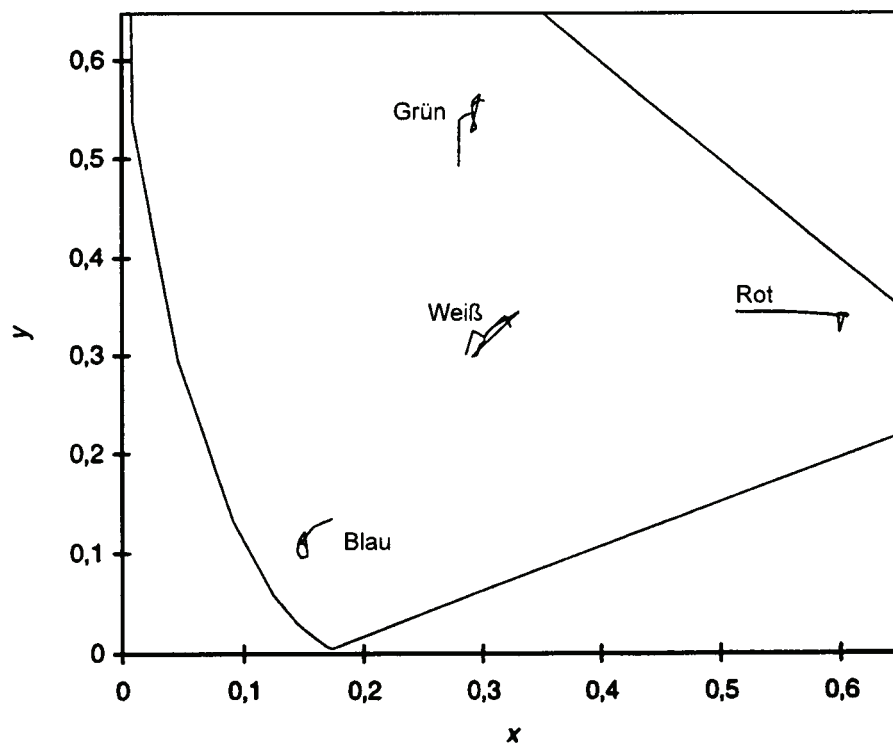


Bild 11 – Abhängigkeit der Leuchtdichte und des Farbwertes vom Beobachtungswinkel

Tabelle 11 – Beispiel für die Form des Ergebnisses

Beobachtungswinkel (in Grad)		Stufe							
		1	2	3	4	5	6	7	8
horizontal θ		Leuchtdichte Y (cd/m ²)							
Rechts	+40	2,663	4,772	11,68	21,50	39,73	60,38	82,12	101,2
	+30	2,196	4,469	12,91	26,53	51,80	81,29	112,4	133,6
	+20	1,969	4,279	13,61	29,62	59,46	97,34	133,2	157,0
	+10	2,007	4,354	14,10	31,26	63,90	106,5	146,2	170,7
Mitte	0	2,058	4,393	14,53	32,72	67,05	104,9	150,0	175,6
	-10	2,082	4,519	14,68	32,31	65,55	108,9	146,7	172,5
	-20	2,082	4,620	14,60	31,25	62,00	100,8	134,0	158,7
	-30	2,234	4,696	13,63	27,76	53,32	83,71	111,2	135,2
Links	-40	2,575	4,696	11,64	21,74	39,92	59,59	77,78	101,1
Vertikal ρ		Leuchtdichte Y (cd/m ²)							
Unten	+40	4,241	5,870	7,031	7,561	7,751	10,23	17,58	36,12
	+30	5,289	7,170	9,576	11,48	14,53	22,55	45,92	81,55
	+20	4,809	7,195	11,12	17,54	30,22	53,61	91,09	132,1
	+10	2,954	5,175	11,67	25,17	47,83	78,33	128,3	161,5
Mitte	0	2,058	4,393	14,53	32,72	67,05	104,9	150,0	175,6
	-10	2,815	6,930	19,76	39,27	73,77	114,4	146,1	160,3
	-20	4,999	11,15	25,63	43,35	71,26	102,0	120,9	126,4
	-30	6,475	13,40	24,58	40,07	55,28	80,85	80,97	75,95
Oben	-40	6,437	9,943	16,89	24,53	28,81	42,57	36,80	29,69

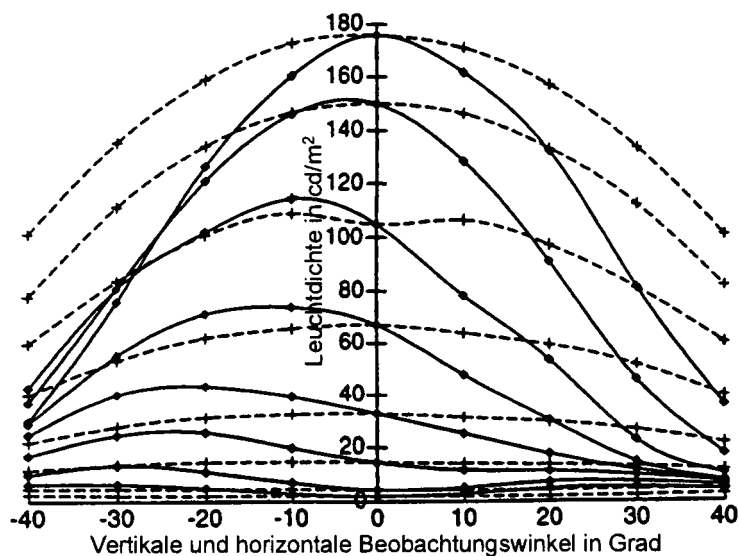


Bild 12 – Abhängigkeit der Leuchtdichte vom Beobachtungswinkel bei verschiedenen Anregungspegeln (durchgezogene Linien: vertikal, unterbrochene Linien: horizontal)

Literaturhinweise

- [1] Ohno, Y. and Brown, S.W. "Four-color matrix method for correction of tristimulus colorimeters – Part 2," *Proc. of the IS&T sixth color imaging conference*, pp. 65–68 (1998).
- [2] Ohno, Y. and Hardis, J.E.: "Four-color matrix method for correction of tristimulus colorimeters," *Proc. of IS&T/SID Color Imaging Conference*, pp. 301-305 (November 1997).
- [3] VESA/FPDM136. Flat panel display measurements standard (proposal), Version 1P, Draft 7, Video Electronics Standards Association (November 10, 1997).
- [4] JIS Z 8724: 1996, Methods of measurement for light source colour *Japanese Standards Association*.
- [5] *Guide to the expression of uncertainty in measurement*, IEC: 1995.
- [6] Pefferkorn, S., Vienot, F., Chiron, A. and Brettel, H. "Problem of spectroradiometric calibration of polarized displays," *Conference Proceedings of the 13th International Display Research Conference*, pp. 443–446 (1993).
- [7] EBU tech. 3273-E "Methods of measurement of the colorimetric performance of studio monitors," *European Broadcasting Union* (Oct., 1993).
- [8] ASTM designation E 1455-92 "Standard Practice for Obtaining Colorimetric Data from a Visual Display Unit Using Tristimulus Colorimeters," *American Society of Testing and Materials* (1992).
- [9] ASTM designation E 1336-91 "Obtaining calorimetric data from a video display unit by spectroradiometry," *American Society of Testing and Materials* (1991).
- [10] ASTM designation E 1341-91 "Obtaining spectroradiometric data from radiant sources for Colorimetry," *American Society of Testing and Materials* (1991).
- [11] CIE 87:1990, Colorimetry of self-luminous displays – A bibliography.
- [12] CIE 60:1984, Vision and the visual display unit work stations.
- [13] Robertson, A.R. "Computation of correlated color temperature and distribution temperature," *J. Opt. Soc. Amer.*, Vol. 58, No. 11, pp. 1528-1535 (Nov., 1968).

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 Ist eine internationale Publikation durch gemeinsame Abweichungen modifiziert worden, gekennzeichnet durch (mod.), dann gilt die entsprechenden EN/HD.

Publikation	Jahr	Titel	EN/HD	Jahr
IEC 60050(845)	1987	<i>International Electrotechnical Vocabulary (IEV) Chapter 845: Lighting</i>	–	–
ISO/CIE 10527	1991	<i>CIE standard colorimetric observers</i>	–	–
CIE 15.2	1986	<i>Colorimetry</i>	–	–
CIE 63	1984	<i>The spectroradiometric measurement of light sources</i>	–	–
ISO 9241-8	1997	<i>Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) Part 8: Requirements for displayed colours</i>	EN ISO 9241-8	1997