

DIN EN 60747-5-6

ICS 31.260

Einsprüche bis 2012-02-12

Entwurf

**Halbleiterbauelemente –
Einzel-Halbleiterbauelemente –
Teil 5-6: Optoelektronische Bauelemente – Lichtemittierende Dioden
(IEC 47E/418/CD:2011)**

Semiconductor devices –

Discrete devices –

Part 5-6: Optoelectronic devices – Light emitting diodes (IEC 47E/418/CD:2011)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2011-12-05 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an dke@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (Hausanschrift: Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 141 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
3.1 Allgemeine Begriffe	6
3.2 Begriffe für die Messung von Strahlungsgrößen und deren Definitionen	6
3.3 Begriffe für die Messung von photometrischen Größen und deren Definitionen	8
4 System der absoluten Grenzwerte	10
5 Elektrische und optische Kennwerte	11
6 Messverfahren	12
6.1 Grundanforderungen	12
6.2 Messung der Vorwärtsspannung (V_F)	15
6.3 Messung der Sperrspannung (V_R)	17
6.4 Messung des differentiellen Widerstandes (r_f)	17
6.5 Messung des Sperrstromes (I_R)	19
6.6 Messung der Kapazität zwischen Abschlussklemmen (C_t)	20
6.7 Messung der Sperrschichttemperatur und des Wärmewiderstandes ($R_{th(j-x)}$)	21
6.8 Messung der Ansprechzeit	25
6.9 Messung von Frequenzgang und Grenzfrequenz (f_c)	27
6.10 Messung des Lichtstromes (Φ_V)	29
6.11 Messung der Strahlungsleistung (Φ_e)	31
6.12 Messung der Lichtstärke (I_V)	32
6.13 Messung der Strahlstärke (I_e)	34
6.14 Messung der Leuchtdichte (L_V)	35
6.15 Messung der Verteilung des Emissionsspektrums, der Spitzenemissionswellenlänge (λ_p) und der spektralen Halbwertsbandbreite ($\Delta\lambda$)	36
6.16 Messung der Farbart	38
6.17 Messung der Richtungscharakteristik	41
6.18 Messung der Beleuchtungsstärke (E_V)	42
7 Auf der Verpackung anzugebende Informationen	43
8 Qualitätsbewertung	43
8.1 Einteilung der Qualitätsbewertung	43
8.2 Qualitätsnachweisprüfung	50
8.3 Losweise Qualitätsprüfung	50
8.4 Periodische Qualitätsprüfung	50

	Seite
8.5 Lockerung der Normen für die losweise Qualitätsprüfung	51
8.6 Periodische Prüfungen zur Erhaltung des Qualitätsnachweises	51
8.7 Produkte mit langer Lagerungsdauer	51
8.8 Dauerstromprüfung	51
Anhang A (normativ) Genormter Hellempfindlichkeitsgrad	53
Anhang B (normativ) Ermittlung des Eigenabsorptions-Korrekturfaktors	56
Anhang C (normativ) Ermittlung des Farbkorrekturfaktors	58
Anhang D (normativ) Kalibrierung des Leuchtdichtemessgerätes	60
Anhang E (normativ) Spektralwertfunktion des XYZ-Farbsystems	62
Anhang F (normativ) Spektralwertanteile	67
Anhang G (normativ) Kalibrierung des Beleuchtungsstärkemessgerätes	72

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 47E/418/CD:2011 „Semiconductor devices – Discrete devices – Part 5-6: Optoelectronic devices - Light emitting diodes“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom SC 47E „Discrete semiconductor devices“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium UK 631.1 „Einzel-Halbleiterbauelemente“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

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

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

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

Halbleiterbauelemente – Einzel-Halbleiterbauelemente – Teil 5-6: Optoelektronische Bauelemente – Lichtemittierende Dioden

1 Anwendungsbereich

Der vorliegende Teil von IEC 60747-5-X behandelt die Terminologie, die grundlegenden Bemessungsdaten und die Kennwerte sowie die Messverfahren für lichtemittierende Dioden (nachfolgend als LEDs bezeichnet).

ANMERKUNG Die Benennung „LEDs“ bezieht sich hier nur auf LEDs, die als Lichtquelle benutzt werden, und sie schließt Lampen mit einer einzelnen LED sowie Lampen mit mehreren LEDs und Gruppen mit LED-Chips ein.

Außerdem sind LEDs mit Bemessungsdaten enthalten, die zulässig sind, weil sie entweder mit einer Wärmeableit-einrichtung ausgerüstet sind oder eine Anschlussgeometrie besitzen, die aufgrund dessen, dass sie auf einem Kühlkörper oder einem Metallsubstrat angebracht ist, die Funktion einer Wärmeableitung übernimmt.

Baueinheiten, Module oder LED-Felder, die ein integriertes Bauteil von LEDs mit einer Ansteuerungsschaltung bilden, werden nicht behandelt.

Die LED-Typen werden in die folgenden fünf Klassen eingeteilt:

- (a) LED-Lampe;
- (b) LED-Flächenbeleuchtung;
- (c) numerische und alphanumerische LED-Anzeige;
- (d) LED-Punktmatrixanzeige;
- (e) infrarotemittierende Diode (IRED).

2 Normative Verweisungen

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

IEC 60068-2, Environmental testing

IEC 60050(845), International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 845: Lighting

IEC 60664-1, Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests

IEC 60749, Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods

CIES010-2004, Photometry – The CIE system of physical photometry

CIE15.3-2004, Colorimetry

CIE127.2-2007, Measurement of LEDs

ISO 2859, Sampling procedures for inspection by attributes

3 Begriffe

Für die Anwendung des vorliegenden Dokumentes gelten die folgenden Begriffe.

3.1 Allgemeine Begriffe

3.1.1

Ulbrichtsche Kugel

Kugelphotometer, dessen innere Oberfläche gleichmäßig mit weißer Farbe gestrichen ist, sodass das eingeschlossene Licht für die Wellenlänge annähernd aselektiv ist und nahezu wie bei einem gleichmäßigen Streukörper reflektiert wird, mit relativ kleinen Löchern, die als Eintritts- und Austrittsöffnungen benötigt werden

3.1.2

gestreute Reflexion (gestreute Transmission)

Reflexion (Transmission), bei der das Licht unabhängig von Reflexionsgesetz makroskopisch gesehen in verschiedene Richtung zerstreut wird

3.1.3

Grad der gestreuten Reflexion (Grad der gestreuten Transmission)

Verhältnis des in alle Richtungen zerstreut reflektierten (durchgelassenen) Lichtes zum einfallenden Licht

Symbole: Reflexionsgrad = ρ und Transmissionsgrad = τ

3.1.4

Lambertfläche; vollkommen matte Fläche

Oberfläche mit einer Leuchtdichte, die unabhängig von Betrachtungswinkel konstant ist (umfasst eine reflektierende Oberfläche und eine durchlässige Oberfläche)

3.1.5

spektraler Reflexionsgrad (spektraler Transmissionsgrad)

Verhältnis des spektralen Strahlungsflusses der Wellenlänge λ , der von einem Objekt reflektiert (durchgelassen) wird, zum spektralen Strahlungsfluss der Wellenlänge λ , die vom Objekt absorbiert wird; wird auch als der „spektrale Reflexionsfaktor (Transmissionsfaktor)“ bezeichnet

Symbole: Reflexionsgrad = $\rho(\lambda)$ und Transmissionsgrad = $\tau(\lambda)$

3.1.6

spektrale Verteilung

Anteil der Strahlungsmenge je Wellenlängeneinheit im Mikrowellenlängenintervall mit der Wellenlänge λ als Mitte, angegeben als eine Funktion der Wellenlänge λ ; wird auch als „Spektralverteilung“ bezeichnet

3.1.7

spektrale Empfindlichkeit

Ansprechwert des optischen Empfängers für die Eingangsstrahlungsleistung (oder den Eingangslichtstrom) der Wellenlänge λ , angegeben als eine Funktion der Wellenlänge λ

Symbol: $S(\lambda)$

3.1.8

Verteilungstemperatur

Temperatur der Strahlung eines schwarzen Körpers, bei dem die relative spektrale Verteilung gleichwertig der relativen spektralen Verteilung der Strahlung des Prüflings oder gleichwertig dem angenäherten Wert innerhalb eines bestimmten Wellenlängenbereiches ist; wird als absolute Temperatur (K) angegeben

3.2 Begriffe für die Messung von Strahlungsgrößen und deren Definitionen

3.2.1

Strahlungsenergie

Energie einer elektromagnetischen Welle, die ausgesendet, übertragen oder absorbiert wird

Symbol: Q_e

Einheit: J

3.2.2

Strahlungsfluss

Strahlungsenergie je Zeiteinheit

$$\text{Symbol: } \Phi_e = \frac{dQ_e}{dt}$$

Einheit: W

3.2.3

Strahlstärke

Strahlungsleistung je Raumwinkeleinheit, die sich in eine gegebene Richtung von einer punktförmigen Strahlungsquelle aus ausbreitet⁽¹⁾; Bild 1 zeigt die räumliche Definition der Strahlstärke

$$\text{Symbol: } I_e = \frac{d\Phi_e}{d\omega} \quad (d\omega: \text{Raumwinkel})$$

Einheit: W/sr

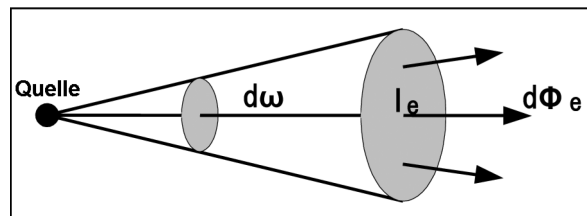


Bild 1

ANMERKUNG Bei einer Strahlungsquelle, die nicht als punktförmige Strahlungsquelle angesehen wird, wird für die Berechnung der Strahlstärke der Grenzwert benutzt, der bestimmt wird durch den Wert (wird berechnet durch Teilen der Strahlungsleistung, die von einem Flächenelement um den Raumwinkel, der durch das Flächenelement hin zu einem willkürlichen Punkt auf der Strahlungsquelle gebildet wird, absorbiert wird), bei dem der Abstand zwischen der Strahlungsquelle und dem Flächenelement länger wird.

3.2.4

Strahldichte

Wert, der angegeben wird als die Strahlstärke in einer gegebenen Richtung von einem Punkt auf der ebenen Oberfläche einer Strahlungsquelle geteilt durch die orthogonale Fläche in der Richtung, in der das Flächenelement der Oberfläche, das den Punkt enthält, liegt; Bild 2 zeigt die räumliche Definition für einen Winkel α , der gebildet wird durch das Zusammentreffen der gegebenen Richtung mit der Normalen zum Flächenelement hin

$$\text{Symbol: } L_e = \frac{dI_e}{dA_n} \quad (dA_n: \text{orthogonale Fläche})$$

Einheit: W/(sr · m²)

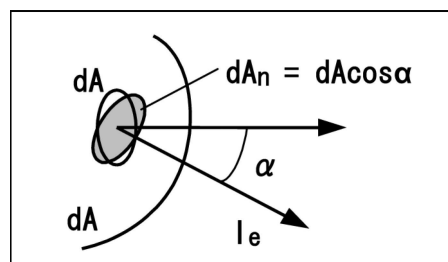


Bild 2

3.2.5**spezifische Ausstrahlung**

Strahlungsleistung je Flächeneinheit, die von einem Flächenelement auf der ebenen Oberfläche einer Strahlungsquelle, das einen Punkt enthält, ausgestrahlt wird; Bild 3 zeigt die räumliche Definition

$$\text{Symbol: } M_e = \frac{d\Phi_e}{dA} \quad (dA: \text{kleine Fläche})$$

Einheit: W/m^2

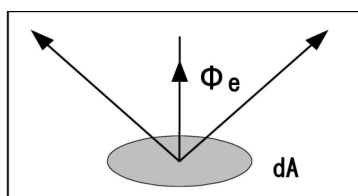


Bild 3

3.2.6**Bestrahlungsstärke**

Strahlungsleistung je Flächeneinheit, die von einem Flächenelement auf der gegebenen ebenen Oberfläche einer Strahlungsquelle, das einen Punkt enthält, ausgestrahlt wird; Bild 4 zeigt die räumliche Definition

$$\text{Symbol: } E_e = \frac{d\Phi_e}{dA} \quad (dA: \text{Flächenelement})$$

Einheit: W/m^2

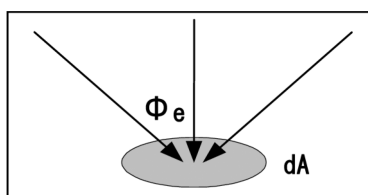


Bild 4

3.3 Begriffe für die Messung von photometrischen Größen und deren Definitionen**3.3.1****photometrische Normlampe**

für Lichtmessungen benutzte Lampe mit ausgezeichneter Stabilität und Wiederholpräzision, die photometrische Größen anzeigen kann; es gibt zwei Arten dieser Lampen: Lichtstärke-Normlampen, bei denen der Lichtstärkewert addiert wird, und Lichtstrom-Normlampen, bei denen der Gesamtlichtstromwert addiert wird

3.3.2**genormter spektraler Hellempfindlichkeitsgrad**

relative spektrale Wirkung, die definiert ist als der Normwert des spektralen Hellempfindlichkeitsgrades für das menschliche Auge, dessen Höchstwert auf 1 festgesetzt ist

Der genormte Hellempfindlichkeitsgrad für das Tagessehen wurde in der Internationalen Beleuchtungskommission (Commission Internationale de l'Éclairage, CIE) 1924 vereinbart und 1933 vom Internationalen Komitee für Maß und Gewicht (Comite International des Poids et Mesures, CIPM) übernommen. Die Werte für den genormten Hellempfindlichkeitsgrad wurden ursprünglich für den Wellenlängenbereich von 380 nm bis 780 nm in Abständen von 10 nm angegeben. 1972 wurden vom CIPM neue Werte für den Wellenlängenbereich von 360 nm bis 830 nm in Abständen von 1 nm übernommen.

Bild 5 und Tabelle A.1 im Anhang A zeigen die Kurve bzw. geben die numerischen Werte für den genormten Hellempfindlichkeitsgrad an.

Symbol: $V(\lambda)$

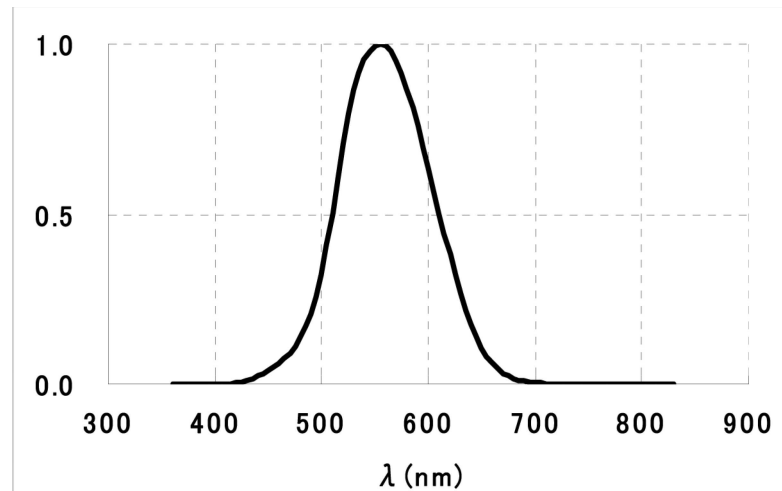


Bild 5

3.4 größter spektraler Hellempfindlichkeitsgrad

Größtwert, angegeben als die spektrale Dichte des Lichtstromes der Wellenlänge λ geteilt durch die spektrale Dichte der entsprechenden Strahlungsleistung

Vom CIPM wurde der Wert 683 (1 m/W) ($\lambda = 555$ nm) übernommen.

Symbol: K_m

3.4.1 Lichtstrom

Größe, die ermittelt wird durch Bewertung der Strahlungsleistung auf der Basis des genormten Hellempfindlichkeitsgrades und des größten spektralen Hellempfindlichkeitsgrades

Diese Größe wurde im Jahr 1948 vom CIE eingeführt. Die Beziehung zwischen Lichtstrom und Strahlungsleistung wird mit der folgenden Gleichung angegeben.

$$\Phi_v = K_m \int_0^\infty \left(\frac{d\Phi_e}{d\lambda} \right) V(\lambda) d\lambda$$

Symbol: Φ_v

Einheit: 1 lm

3.4.2 Lichtmenge

Zeitintegral des Lichtstromes

3.4.3 Lichtstärke

Lichtstrom je Raumwinkeleinheit, der sich in einer gegebenen Richtung von einer punktförmigen Strahlungsquelle⁽²⁾ aus ausbreitet; Bild 1 zeigt die räumliche Definition der Lichtstärke; die Symbole I_e und Φ_e sollten jedoch in I_v bzw. Φ_v geändert werden

Symbol: $I_v = \frac{d\Phi_v}{d\omega}$ ($d\omega$: Raumwinkel)

Einheit: cd

ANMERKUNG Für eine Lichtquelle, die nicht als punktförmige Lichtquelle angesehen wird, kann die Definition auf die gleiche Weise wie in ANMERKUNG⁽¹⁾ zu Bild 1 erfolgen, wenn die Begriffe „Strahlungsquelle“ in „Lichtquelle“ und „Strahlungsleistung“ in „Lichtstrom“ geändert werden.

Eine Lichtstärke von 1 cd ist definiert als $1/(60 \times 10^4)$ der rechtwinklig ausgerichteten Lichtstärke auf einer ebenen Oberfläche eines schwarzen Körpers mit einem Flächeninhalt von 1 m^2 mit einer Temperatur gleich dem Erstarrungspunkt von Platin unter einem Druck von $101,325 \text{ N/m}^2$.

3.4.4

Leuchtdichte

Wert, der angegeben wird als die Lichtstärke in einer gegebenen Richtung von einem Punkt auf der ebenen Oberfläche einer Lichtquelle geteilt durch die orthogonale Fläche in der Richtung, in der das Flächenelement der Oberfläche, das den Punkt enthält, liegt; Bild 2 zeigt die räumliche Definition der Leuchtdichte; das Symbol I_e sollte jedoch in I_v geändert werden

Symbol: $L_v = \frac{dI_v}{dA_n}$ (dA_n : orthogonale Fläche)

Einheit: cd/m^2

3.4.5

spezifische Lichtausstrahlung

Lichtstrom je Flächeneinheit, der von einem Flächenelement auf der ebenen Oberfläche einer Lichtquelle, das einen Punkt enthält, ausgestrahlt wird; Bild 3 zeigt die räumliche Definition der spezifischen Lichtausstrahlung; das Symbol Φ_e sollte jedoch in Φ_v geändert werden

Symbol: $M_v = \frac{d\Phi_v}{dA}$ (dA : Flächenelement)

Einheit: 1 m/m^2

3.4.6

Beleuchtungsstärke

Lichtstrom je Flächeneinheit, der von einem Flächenelement auf der gegebenen ebenen Oberfläche einer Lichtquelle, das einen Punkt enthält, absorbiert wird; Bild 4 zeigt die räumliche Definition der Beleuchtungsstärke; das Symbol Φ_e sollte jedoch in Φ_v geändert werden

Symbol: $E_v = \frac{d\Phi_v}{dA}$ (dA : Flächenelement)

Einheit: $1 \text{ m/m}^2 = 1\text{x}$

4 System der absoluten Grenzwerte

Tabelle 4.1 gibt die absoluten Grenzwerte an. Wenn nichts anderes angegeben ist, gelten sie für eine Umgebungstemperatur oder eine Referenzpunkttemperatur von $T_x = 25 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$.

Die Werte sind angegeben für (a) LED-Lampen, (b) LED-Anzeigen, (c) numerische und alphanumerische LED-Anzeigen, (d) LED-Punktmatrixanzeigen und (e) infrarotemittierende Dioden.

Größe	Symbol	Bedin- gungen	Bemessungs- daten	Einheit	Gilt für ⁽⁶⁾				
					a	b	c	d	e
4.1 Zulässiger Vorwärts- strom ⁽¹⁾	I_F		—	mA	O	O	O	O	O
4.2 Gesamter zulässiger Vorwärtsstrom ⁽²⁾	I_F		—	mA	O	O	O	O	O
4.3 Vorwärtsstromgefälle ⁽²⁾	ΔI_F		—	mA/°C	O	O	O	O	O
4.4 Zulässiger Vorwärts- impulsstrom ⁽¹⁾	I_{FPM}	Impuls- breite=___ Tastverhält- nis=___	—	A	O	O	O	O	O
4.5 Gesamter zulässiger Vorwärtsimpulsstrom ⁽²⁾	I_{FPM}	Impuls- breite=___ Tastverhält- nis=___	—	A	O	O	O	O	O
4.6 Zulässiges Vorwärts- impulsstromgefälle ⁽²⁾	ΔI_{FPM}	Impuls- breite=___ Tastverhält- nis=___	—	A	O	O	O	O	O
4.7 Sperrspannung	V_R		—	V	O	O		O	O
4.8 Elektrostatische Entladung ⁽²⁾	ESD	HBM ⁽⁵⁾	—	V	O	O			O
4.9 Zulässige Verlust- leistung ⁽²⁾	P_D	T_j = oder T_x =	—	mW	O	O	O	O	O
4.10 Betriebstemperatur ⁽³⁾	T_j oder T_x		—~+—	°C	O	O	O	O	O
4.11 Lagerungstemperatur ⁽⁴⁾	T_{stg}		—~+—	°C	O	O	O	O	O
4.12 Löttemperatur	T_{sol}		—	°C	O	O	O		O

ANMERKUNGEN:

- (1) Diese Werte werden für jedes Segment festgelegt.
- (2) Diese Größen werden gegebenenfalls festgelegt.
- (3) Die Betriebstemperatur wird auf der Basis der Sperrschichttemperatur T_j oder der Referenzpunkttemperatur T_x bei x festgelegt. Der Referenzpunkt x muss in Abhängigkeit vom Zweck ausgewählt werden. Die Referenzpunkttemperaturren werden angegeben als T_c für ein Gehäuse, als T_s für einen Lötunkt und als T_a für Luft.
- (4) Die Lagerungstemperatur wird für die Umgebungstemperatur festgelegt.
- (5) HBM/ESD = Körperentladungsmodell/Prüfung der elektrostatischen Entladung (Human Body Model/Electrostatic Discharge Test) (IEC 60749-2-26).
- (6) O: Anwendbar.

5 Elektrische und optische Kennwerte

Tabelle 5.1 gibt die elektrischen und die optischen Kennwerte an. Wenn nichts anderes angegeben ist, gelten sie für eine Umgebungstemperatur oder eine Referenzpunkttemperatur von $T_x = 25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$.

Die Werte sind angegeben für (a) LED-Lampen, (b) LED-Anzeigen, (c) numerische und alphanumerische LED-Anzeigen, (d) LED-Punktmatrixanzeigen und (e) infrarotemittierende Dioden.

Größe	Symbol	Messverfahren	Bedingungen	Kennwerte			Einheit	Gilt für ⁽⁷⁾				
				Min.	Typ.	Max.		(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
5.1 Vorwärtsspannung	V_F	siehe 6.2	$I_F = \text{__ mA}$		–	–	V	O	O	O	O	O
5.2 Sperrstrom	I_R	siehe 6.5	$V_R = \text{__ V}$			–	μA	O	O	O	O	O
5.3 Lichtstärke	I_v	siehe 6.12	$I_F = \text{__ mA}$	–	–	–	mcd	O		O		
5.4 Strahlstärke ⁽²⁾	I_e	siehe 6.13	$I_F = \text{__ mA}$	–	–	–	mW/sr					O
5.6 Leuchtdichte ⁽³⁾	L_v	siehe 6.14	$I_F = \text{__ mA}$	–	–	–	cd/cm ²		O		O	
5.7 Spitzenemissionswellenlänge	λ_p	siehe 6.15	$I_F = \text{__ mA}$	–	–	–	nm	O	O	O	O	O
5.8 Spektrale Halbwertsbreite	$\Delta\lambda$	siehe 6.15	$I_F = \text{__ mA}$		–		nm	O	O	O	O	O
5.9 Dominierende Emissionswellenlänge	λ_d	siehe 6.16	$I_F = \text{__ mA}$	–	–	–	nm	O				
5.10 Farbart ⁽⁴⁾	X, Y	siehe 6.16	$I_F = \text{__ mA}$	–	–	–	–	O				
5.11 Grenzfrequenz ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	f_c	siehe 6.9	$I_F = \text{__ mA}$ $I_p(f_0) = \text{__ mA}$ $f_0 = \text{__ MHz}$		–	–						O
5.12 Wärmewiderstand ⁽⁴⁾⁽⁶⁾	$R_{th(j-x)}$	siehe 6.7	$P_D = \text{__ mW}$		–		°C/W	O				O

ANMERKUNGEN:

- (1) Diese Werte werden für jedes Segment festgelegt.
- (2) Es müssen entweder die Strahlstärke oder der Lichtstrom festgelegt werden.
- (3) Es sollten entweder die Leuchtdichte oder die Lichtstärke festgelegt werden.
- (4) Diese Größen werden gegebenenfalls festgelegt.
- (5) Es müssen entweder die Grenzfrequenz oder die Ansprechzeit (Anstiegszeit, Abfallzeit) festgelegt werden.
- (6) Der Referenzpunkt x muss in Abhängigkeit vom Zweck ausgewählt werden. Die Wärmewiderstände werden anhand der Referenzpunkte angegeben als $R_{th(j-c)}$ für ein Gehäuse, als $R_{th(j-s)}$ für einen Lötunkt und als $R_{th(j-a)}$ für Luft.
- (7) O: Anwendbar.

Bemerkungen: Die Strahlungsmuster einer LED-Lampe muss mit einem Bild beschrieben werden.

6 Messverfahren

6.1 Grundanforderungen

6.1.1 Messbedingungen

(a) Temperatur

Falls nicht anders festgelegt, müssen die Messungen bei einer Umgebungstemperatur (T_a) oder einer Referenzpunkttemperatur (T_x) von $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ in freier Umgebungsluft durchgeführt werden.

(b) Feuchte

Wenn keine Feuchtebedingungen festgelegt sind, muss die relative Feuchte 45 % bis 85 % betragen.

(c) Messzeitpunkt

Es besteht die Möglichkeit, dass sich im Verlauf der Zeit die Messbedingungen durch die Wärmeerzeugung in der Prüf-LED verändern. In diesem Fall muss der Messzeitpunkt festgelegt werden oder die Messung muss durchgeführt werden, nachdem das thermische Gleichgewicht erreicht ist.

Das thermische Gleichgewicht kann als erreicht betrachtet werden, wenn nach der doppelten Zeit zwischen dem Anlegen der Energieversorgung und der Messung innerhalb der Genauigkeit des Messgerätes keine Änderung im angezeigten Ergebnis verursacht wird.

6.1.2 Messgeräte und Betriebsmittel

(1) Stromversorgung

Der Wechselstromanteil der Gleichstromversorgung muss kleiner als 3 % sein. Darüber hinaus muss die Impedanz der Stromversorgung in einem Bereich liegen, in dem die Messung nicht beeinflusst wird.

(2) Messgeräte für elektrische Kennwerte

Wenn die Genauigkeit nicht festgelegt ist, muss das Messgerät die Klasse 0,5 nach den Vorgaben in JIS C 1,102 (Anleitungen für elektrische Messgeräte) besitzen. Digitale Betriebsmittel und die Messgeräte müssen diese und die in den vorangegangenen Abschnitten angegebene Genauigkeit haben und die Impedanz muss einen Wert aufweisen, der sich nicht auf das Messsystem auswirkt. Diese Grenzwerte gelten in den folgenden Fällen nicht:

- (a) wenn ein Messergebnis nicht gravierend beeinflusst wird;
- (b) wenn die Beurteilung eines Ergebnisses nicht gravierend beeinflusst wird.

ANMERKUNG Anstelle der Messung elektrischer Kennwerte mithilfe der Halbleitertechnik in Verbindung mit einer Spannungsversorgung und einer Stromquelle wird die Source Monitor Unit (SMU), die eine Spannungs-/Stromquelle und die digitalen Messfunktionen vereint, oder das SMU-System in eine industrieweite Norm überführt. Die Messung mit der SMU wird dann dringend empfohlen, wenn Messungen mit einer Genauigkeit nach den Vorgaben in 6.5 „Rückstrommessung“ gefordert werden.

(3) Normlichtquelle

Es muss eine Lichtquelle für die Photometrie mit hoher Stabilität und Wiederholpräzision benutzt werden und mit der photometrischen Größe, die von Interesse ist.

(4) Messgeräte für die Photometrie

Es muss eins der folgenden Messgeräte benutzt werden.

(a) Monochromator (Spektralphotometer für monochromatisches Licht mit Wellenlängenabtastung)

Spektralphotometer zur Messung eines Spektrums, das an einem Beugungsgitter gebeugt wird und bei dem das Licht der spezifischen Wellenlänge an einem Spalt nacheinander selektiv ausgekoppelt wird.

(b) Polychromator (Spektralphotometer für viele Wellenlängen)

Spektralphotometer zur gleichzeitigen Messung eines Spektrums mit einem Detektor unter Anwendung eines eindimensionalen Feldes von Photodioden aus dem gebeugten Licht aus einem feststehenden Beugungsgitter.

(c) Filter ($V(\lambda)$ -Spektralphotometer)

Photometer mit einer Charakteristik, die gleichwertig dem spektralen Hellempfindlichkeitsgrad ist, ohne Nutzung eines optischen Spektralsystems. Dieses Photometer besitzt eine Photozelle, einen Photovervielfacher oder eine photoelektromotorische Krafteinrichtung mit einer flachen und stabilen Empfindlich-

keitsverteilung der Lichtempfangsseite und mit einem Filter für die Verbesserung der visuellen Empfindlichkeit.

ANMERKUNG Bei der Verwendung eines Filterphotometers muss das Messlicht monochromatisch sein und der Wellenlängenbereich des Objektlichtes sollte innerhalb des Wellenlängenbereiches des Messgerätes liegen. Das Filterphotometer ist nicht geeignet für die Photometrie eines Produktes mit Lichtmischung unter Anwendung von angeregter Lichtaussendung vom LED-Chip und vom Leuchtstoff, der auf den LED-Chip aufgebracht wurde (phosphorbasierte LEDs), oder eines Produktes, das viele Lichtwellenlängen ausstrahlt und mit verschiedenen LEDs mit einer Vielfalt von Emissionsspektren bestückt ist.

(5) Messgeräte für die Radiometrie

(a) Monochromator (Radiometer für monochromatisches Licht mit Wellenlängenabtastung)

Spektralradiometer zur Messung eines Spektrums, das an einem Beugungsgitter gebeugt wird und bei dem das Licht der spezifischen Wellenlänge an einem Spalt nacheinander selektiv ausgekoppelt wird.

(b) Polychromator (Radiometer für viele Wellenlängen)

Spektralradiometer zur gleichzeitigen Messung eines Spektrums mit einem Detektor unter Anwendung eines eindimensionalen Feldes von Photodioden aus dem gebeugten Licht aus einem feststehenden Beugungsgitter.

(c) Optisches Leistungsmessgerät

Radiometer mit einer flachen Charakteristik der Ansprechempfindlichkeit in einem Wellenlängenbereich des zu messenden Lichtes ohne Nutzung eines optischen Spektralsystems. Dieses Radiometer besitzt eine Photozelle, einen Photovervielfacher oder eine photoelektromotorische Krafteinrichtung mit einer flachen und stabilen Empfindlichkeitsverteilung der Lichtempfangsseite und ist so kalibriert, dass keine Wichtung der Ansprechempfindlichkeit für die Wellenlänge erfolgt.

ANMERKUNG Bei der Verwendung eines Radiometers muss das Messlicht monochromatisch sein und der Wellenlängenbereich des Objektlichtes sollte innerhalb des Wellenlängenbereiches des Messgerätes liegen.

(6) Beleuchtungseinrichtung für die Messung der Kennwerte des Emissionsspektrums

Diese muss die erforderliche Bandbreite für den notwendigen Wellenlängenbereich und ein ausreichendes Auflösungsvermögen besitzen.

6.1.3 Grundlegende Anforderungen

(1) Punkt mit elektrischem Nullpotential

Der Kathodenanschluss wird als der Punkt mit elektrischem Nullpotential zum Anlegen des Potentials an jede Elektrode der zu prüfenden LED angesehen.

(2) Methode der Stromversorgung

Die Stromversorgung muss nach der folgenden Methode erfolgen.

(a) Angelegte Spannung

Die an eine bestimmte Elektrode angelegte Spannung ist die Potentialdifferenz zwischen der Elektrode und dem Punkt mit elektrischem Nullpotential.

(b) Versorgungsspannung

Die Versorgungsspannung ist die Spannung zur Versorgung eines Stromkreises mit der zu prüfenden LED.

(c) Polarität

Die Polarität sämtlicher elektrischer Potentiale wird festgelegt durch die Polarität des Punktes mit dem elektrischen Nullpotential.

(3) Abschattung

Bei der Messung muss eine geeignete Abschattung erfolgen, sodass das Licht von außen oder andere Einstrahlungen die Messungen nicht beeinflussen.

6.1.4 Allgemeine Maßnahmen

(1) System der absoluten Grenzwerte

Zur Gewährleistung des Normalbetriebs der zu prüfenden LED dürfen selbst sekundäre äußere Beanspruchungen diese Werte nicht überschreiten.

(2) Transientes Verhalten

Selbst bei einem transienten Zustand dürfen die Spannung und der Strom die absoluten Grenzwerte nicht überschreiten.

(3) Beachtung der Erwärmung

Wenn bei der Messung der LED ein Messfehler durch die Wärmezeugung in der zu prüfenden LED während der Messdauer verhindert werden muss, muss die Messung unter Impulsbedingungen durchgeführt werden.

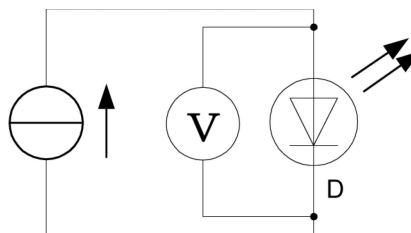
Wenn diese Bedingung notwendig ist, wird „Impulsmessung“ angegeben und die Impulseigenschaften müssen festgelegt werden.

6.2 Messung der Vorwärtsspannung (V_F)

a) Zweck

Messung der Vorwärtsspannung der LED, wenn ein festgelegter Vorwärtsstrom anliegt

b) Schaltbild

**Bild 6**

c) Beschreibung der Schaltung und Anforderungen

I Konstantstromquelle

V Spannungsmessgerät

D zu messende lichtemittierende Diode

Für den Messstromkreis muss grundsätzlich eine Konstantstromquelle benutzt werden.

Falls der Vorwärtsstrom mit einer Konstantstromquelle und einem Strombegrenzungswiderstand auf den Bemessungswert eingestellt werden muss, muss die Schaltung nach Bild 7 ausgeführt werden.

ANMERKUNG In diesem Fall muss die Impedanz für die Ansteuerungsseite höher eingestellt werden, um Änderungen der Vorwärtsspannung, die durch angestaute Wärme in der Prüf-LED verursacht wird, und entsprechende Änderungen des Steuerstromes zu verhindern.

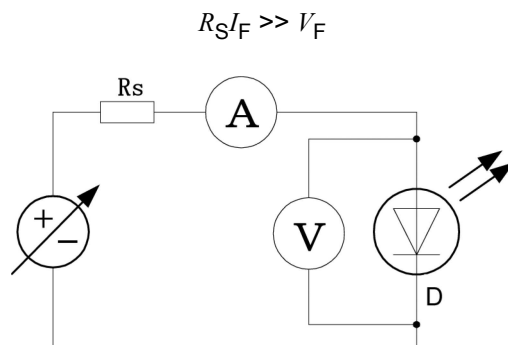


Bild 7

- +/- Konstantstromquelle
- I Strommessgerät
- V Spannungsmessgerät
- R_S Strombegrenzungswiderstand
- D zu messende lichtemittierende Diode

Bei LEDs mit hoher Steuerspannung (Hochleistungs-LEDs, LEDs mit hohem Lichtstrom) wird der Bemessungswert des Steuerstromes gewöhnlich mit einem Kühlkörper anstelle von freier Luft festgelegt. Für die Messung muss die LED auf einem entsprechenden Kühlkörper montiert und mit einem Kelvin-Kontakt gemessen werden, um Messfehler zu verringern, die sich aus dem Kontaktwiderstand und der Leitungsimpedanz ergeben. Bild 8 zeigt ein Beispiel für eine Messung mit einer SMU.

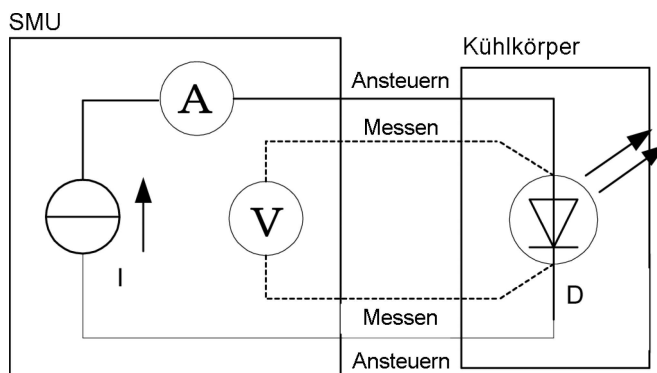


Bild 8

- SMU Source Measurement Unit
- I Konstantstromquelle
- A Strommessgerät
- V Spannungsmessgerät
- D zu messende lichtemittierende Diode (LED mit hohem Steuerstrom)

d) Messverfahren

Die Vorwärtsspannung (V_F) wird gemessen, wenn der festgelegte Vorwärtsstrom (I_F) an der Prüf-LED anliegt.

e) Zu beachtende Vorsichtsmaßnahmen

Siehe 6.1.

- f) Festgelegte Bedingungen
 - Vorwärtsstrom und Ansteuerungsbedingungen
 - Umgebungstemperatur (T_a), Gehäusetemperatur (T_c) oder Referenzpunkttemperatur (T_x)

6.3 Messung der Sperrspannung (V_R)

a) Zweck

Messung der Sperrspannung der LED, wenn ein festgelegter Sperrstrom anliegt

ANMERKUNG Diese Messung wird zur Prüfung der Sperrkennlinie durchgeführt, wenn die LED zum Schutz gegen elektrostatische Entladung mit einer Zener-Diode parallel zur LED betrieben wird. Bei der Messung der Spannung bei Bemessungsstrom sollte die Messung der Sperrspannung von gebräuchlichen LEDs nicht unbedacht ohne Schutzbeschaltung durchgeführt werden, um eine Beanspruchung bis zur Durchschlagspannung oder über den absoluten Grenzwert der Sperrspannung hinaus zu vermeiden.

b) Schaltbild

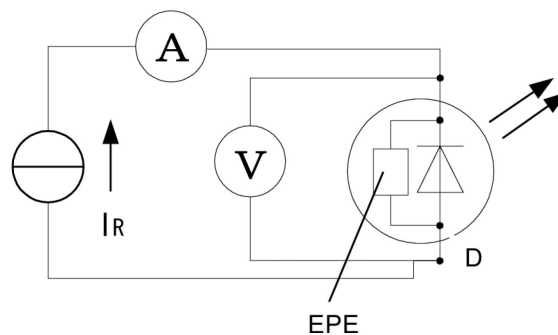


Bild 9

c) Beschreibung der Schaltung und Anforderungen

- I_R Konstantstromquelle
- V Spannungsmessgerät
- D zu messende lichtemittierende Diode
- EPE elektrostatisches Schutzelement

d) Messverfahren

Die Sperrspannung (V_R) wird gemessen, wenn der festgelegte Sperrstrom (I_R) an der Prüf-LED anliegt.

e) Zu beachtende Vorsichtsmaßnahmen

Siehe 6.1.

f) Festgelegte Bedingungen

- Sperrstrom (I_R)
- Umgebungstemperatur (T_a), Gehäusetemperatur (T_c) oder Referenzpunkttemperatur (T_x)

6.4 Messung des differentiellen Widerstandes (r_f)

a) Zweck

Messung des differentiellen Widerstandes der LED unter festgelegten Messbedingungen

ANMERKUNG Im Allgemeinen ist der Reihenwiderstand einer LED größer als der einer üblichen Gleichrichterdiode. Diese Messung wird zur Bestimmung der erforderlichen Steuerspannung durchgeführt und für die Auslegung des Steuerstromkreises für Leistungs-LEDs oder LEDs mit hohem Lichtstrom, die durch einen hohen Strom angesteuert werden.

b) Schaltbild

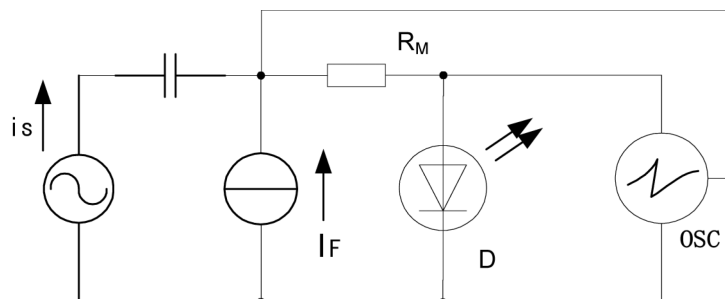


Bild 10

c) Beschreibung der Schaltung und Anforderungen

R_M Strommesswiderstand

i_s überlagerter Wechselstrom

I_F Vorwärtsgleichstrom

V Spannungsmessgerät

D zu messende lichtemittierende Diode

OSC Oszilloskop

Im Allgemeinen muss der differentielle Widerstand so gemessen werden, dass der Wechselstrom dem festgelegten Gleichstrom überlagert wird.

ANMERKUNG Wenn im Bereich nahe dem festgelegten Strom die Vorwärtskennlinie der LED im Wesentlichen als eine Gerade angesehen werden kann, kann die Messung auch durch Berechnung des Widerstandswertes auf der Basis des Gradienten der Strom- und Spannungswerte zwischen zwei Punkten nahe dem Bereich durchgeführt werden.

d) Messverfahren

Der festgelegte Vorwärtsgleichstrom und der zu überlagernde Wechselstrom werden an die Prüf-LED angelegt.

Nach der Messung der Vorwärtssstromkurve und der Vorwärtsspannungskurve der LED mit einem kalibrierten Oszilloskop wird der differentielle Widerstand mit den Amplituden nach der folgenden Gleichung berechnet.

$$r_f = \frac{\Delta V_f}{\Delta I_f}$$

Dabei ist:

ΔV_f die Amplitude der Vorwärtsspannungskurve;

ΔI_f die Amplitude der Vorwärtssstromkurve.

e) Zu beachtende Vorsichtsmaßnahmen

Die Frequenz des zu überlagernden Wechselstromes sollte bei etwa 10 kHz liegen, sodass die Messung nicht beeinflusst wird.

Der Vorwärtsstrom einschließlich des Wechselstromes sollte innerhalb des Bemessungswertes so hoch wie möglich sein.

Siehe auch 6.1.

- f) Festgelegte Bedingungen
 - Wert des Vorwärtsstromes und Amplitude des zu überlagernden Wechselstromes oder Amplitudenmodulationsfaktor ($M = \max(|i_s|)/I_F$)
 - Umgebungstemperatur (T_a), Gehäusetemperatur (T_c) oder Referenzpunkttemperatur (T_x)

6.5 Messung des Sperrstromes (I_R)

- a) Zweck

Messung des Sperrstromes der LED bei einer festgelegten Sperrspannung

- b) Schaltbild

Es ist ein Beispiel mit Anwendung der SMU angegeben.

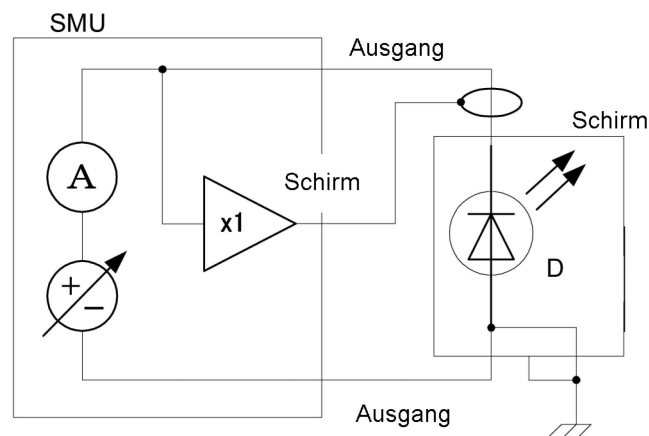


Bild 11

- c) Beschreibung der Schaltung und Anforderungen

SMU Source Measurement Unit

A Stromquelle

+/- eine variable Funktion

D zu messende lichtemittierende Diode

Da der Sperrstrom innerhalb der angelegten Bemessungsspannung sehr klein ist, wird die Messung eine „Minutenstrommessung“. Ein Schirm zur Beseitigung von Fremdrauschen, Verhindern von Streuverlusten an Kabeln und den Anschlussklemmen sowie elektrostatischen Entladungen ist wünschenswert. Falls die SMU die Funktion eines Strombegrenzers besitzt, muss die Strombegrenzung so eingestellt werden, dass die Prüf-LED nicht zerstört wird.

- d) Messverfahren

Der Sperrstrom (I_R) wird gemessen, wenn die festgelegte Sperrspannung (V_R) an der Prüf-LED anliegt.

- e) Zu beachtende Vorsichtsmaßnahmen

Siehe 6.1.

f) Festgelegte Bedingungen

- Sperrspannung (V_R)
- Umgebungstemperatur (T_a), Gehäusetemperatur (T_c) oder Referenzpunkttemperatur (T_x)

6.6 Messung der Kapazität zwischen Abschlussklemmen (C_t)

Es werden zwei Messverfahren festgelegt:

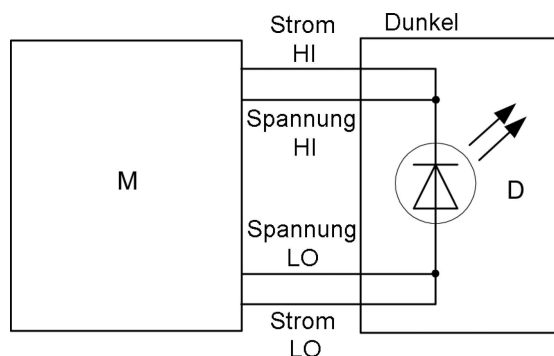
- Messung mit dem LCR-Messgerät;
- Messung mit der Wechselstrombrücke.

1) Messung mit dem LCR-Messgerät

a) Zweck

Messung der Kapazität zwischen den Anschlussklemmen der LED, wenn die festgelegte Sperrspannung (einschließlich Vorspannung von Null) anliegt

b) Schaltbild

**Bild 12**

c) Beschreibung der Schaltung und Anforderungen

D zu messende lichtemittierende Diode

M LCR-Messgerät (oder Impedanzanalysator) mit einer Kompensationsmessbrücke

ANMERKUNG Die Kompensationsmessbrücke ist ein System, in dem die Impedanz anhand der Phaseninformation der Signalquelle und eines Vergleiches der Spannung der Wechselstromsignalquelle mit dem Spannungswert berechnet wird, der aus dem Strom umgerechnet wird, welcher durch den Prüfling fließt.

d) Messverfahren

Die Kapazität zwischen den Anschlussklemmen (C_t) wird gemessen, wenn die festgelegte Vorspannung (Gleichspannung) an der Prüf-LED anliegt.

e) Zu beachtende Vorsichtsmaßnahmen

Siehe 6.1.

f) Festgelegte Bedingungen

- Vorspannung (Gleichspannung)
- Messfrequenz (f): gewöhnlich wird 1 MHz benutzt
- Umgebungstemperatur (T_a), Gehäusetemperatur (T_c) oder Referenzpunkttemperatur (T_x)

2) Messung mit der Wechselstrombrücke

a) Zweck

Messung der Kapazität zwischen den Anschlussklemmen der LED, wenn die festgelegte Sperrspannung mit Ausnahme der Vorspannung von Null anliegt

b) Schaltbild

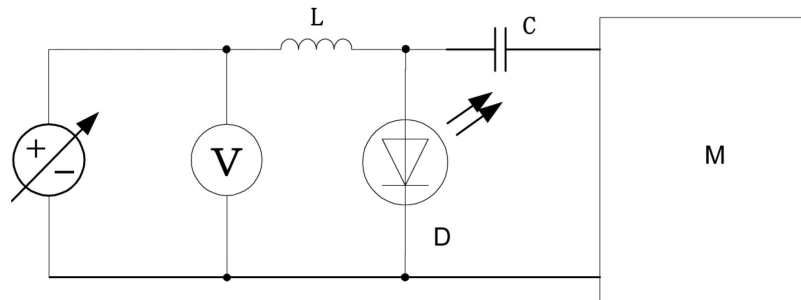


Bild 13

c) Beschreibung der Schaltung und Anforderungen

D zu messende lichtemittierende Diode

M Wechselstrombrücke

ANMERKUNG Die Vorspannungsschaltung für die Prüf-LED muss die folgende Bedingung erfüllen, um die Messgenauigkeit einzuhalten, und die Messsignalspannung muss ausreichend kleiner als die Vorspannung sein.

$$C \gg C_x \gg \frac{1}{(2\pi f)^2 L}$$

Dabei ist:

C_x die Kapazität der Prüf-LED;

f die Messfrequenz.

d) Messverfahren

Die Kapazität zwischen den Anschlussklemmen (C_t) wird gemessen, wenn die festgelegte Vorspannung (Gleichspannung) an der Prüf-LED anliegt.

e) Zu beachtende Vorsichtsmaßnahmen

Siehe 6.1.

f) Festgelegte Bedingungen

- Vorspannung (Gleichspannung)
- Messfrequenz (f): gewöhnlich wird 1 MHz benutzt
- Umgebungstemperatur (T_a), Gehäusetemperatur (T_c) oder Referenzpunkttemperatur (T_x)

6.7 Messung der Sperrschichttemperatur und des Wärmewiderstandes ($R_{th(j-x)}$)

a) Zweck

Messung der Sperrschichttemperatur und des Wärmewiderstandes der LED unter festgelegten Bedingungen

b) Messprinzip

Wenn die LED unter Einhaltung der festgelegten Bedingungen für die Wärmeabgabe und die Umgebungstemperatur mit der festgelegten Gesamtverlustleistung (P) betrieben wird, werden die Sperrschichttemperatur (T_j) und die Referenzpunkttemperatur (T_x) am Referenzpunkt x gemessen. Der Wärmewiderstand $R_{th(j-x)}$ wird mit der folgenden Gleichung berechnet:

$$R_{th(j-x)} = \frac{T_j - T_x}{P}$$

Der Referenzpunkt muss anhand des Zweckes gewählt werden und die Referenzpunkttemperatur (T_x) entspricht z. B. der Umgebungstemperatur (T_a), der Gehäusetemperatur (T_c) oder der Lötunkttemperatur (T_s).

T_j wird anhand der Temperaturabhängigkeit der Vorwärtsspannung (V_F) als ein temperaturempfindlicher Parameter abgeschätzt. Die Temperaturabhängigkeit der Vorwärtsspannung wird durch die Messung der Vorwärtsspannung (V_F) an verschiedenen Punkten der Umgebungstemperatur ermittelt. Der Anstieg der Sperrschichttemperatur wird ermittelt durch die Änderung der Vorwärtsspannung (V_F), die durch die Gesamtverlustleistung (P) ausgelöst wird.

Der Wärmewiderstand wird nach der Abhängigkeit von der Dauer (t_p) der Gesamtverlustleistung (P) eingeteilt in den „Sättigungswärmewiderstand“ und den „Impulswärmewiderstand“.

Sättigungswärmewiderstand

Der Wärmewiderstand unter den Bedingungen des Betriebs mit der Gesamtverlustleistung (P) bis das thermische Gleichgewicht erreicht ist.

Impulswärmewiderstand

Der Wärmewiderstand, wenn die Verlustleistung für eine kurze Dauer anliegt. Der Wert des Wärmewiderstandes hängt von der Dauer (t_p) der Leistung ab.

c) Messverfahren

1) Messung des Temperaturkoeffizienten (b) der Vorwärtsspannung (V_F)

Die Beziehung zwischen der Vorwärtsspannung (V_F) und der Sperrschichttemperatur (T_j) wird als Temperaturkoeffizient nach dem folgenden Verfahren ermittelt.

Zuerst wird die LED in einen Wärmeschrank mit einstellbarer Temperatur gebracht und erst herausgenommen, wenn das Temperaturgleichgewicht erreicht ist und T_j gleich der Temperatur im Wärmeschrank ist. Dann wird bei einem kleinen Messstrom (I_M) in einer Größenordnung, in der die Erwärmung durch die Messung vernachlässigbar ist, die Vorwärtsspannung (V_F) gemessen.

Anschließend werden nacheinander mehrere Punkte der Vorwärtsspannung, die der veränderlichen Temperatur des Wärmeschrankes entsprechen, als temperaturabhängiger Kennwert der Vorwärtsspannung gemessen.

2) Messung der Änderung der Vorwärtsspannung (V_F), die durch die Verlustleistung (P) verursacht wird

Die Änderung der Vorwärtsspannung (V_F), die durch die Verlustleistung (P) der LED verursacht wird, wird mit der in Bild 14 als Beispiel angegebenen Schaltung gemessen.

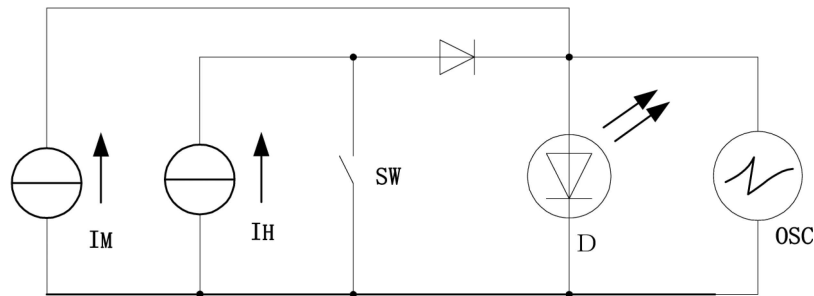


Bild 14

3) Messung des Wärmewiderstandes

(i) Der Impulswärmewiderstand wird wie folgt gemessen:

Der Schalter wird geschlossen.

Es wird nur ein geringer Messstrom (I_M) an die LED angelegt, bei dem der Anstieg der Sperrschichttemperatur vernachlässigbar ist, und die Vorwärtsspannung (V_{F1}) vor der Erwärmung wird mit dem für Gleichspannung kalibrierten Oszilloskop gemessen.

In dem Moment, in dem der Schalter geöffnet wird, wird der Heizstrom (I_H) überlagert.

Der Heizstrom wird für die Verlustleistung während der festgelegten „Verlustleistungszeit (t_p)“ angelegt.

Anschließend wird der Schalter geschlossen.

Die Vorwärtsspannung (V_{F2}) kurz nach dem Zeitpunkt, zu dem die Rückkehr nur zum „Messstrom (I_M)“ erfolgt, wird erneut mit dem für Gleichspannung kalibrierten Oszilloskop gemessen.

(ii) Der Sättigungswärmewiderstand wird wie folgt gemessen:

Der Schalter wird geschlossen.

Es wird nur ein geringer Messstrom (I_M) an die LED angelegt, bei dem der Anstieg der Sperrschichttemperatur vernachlässigbar ist, und die Vorwärtsspannung (V_{F1}) vor der Erwärmung wird mit dem für Gleichspannung kalibrierten Oszilloskop gemessen.

In dem Moment, in dem der Schalter geöffnet wird, wird der Heizstrom (I_H) überlagert.

Der Heizstrom für die Verlustleistung wird solange angelegt, bis das thermische Gleichgewicht des Systems erreicht ist.

Anschließend wird der Schalter geschlossen.

Die Vorwärtsspannung (V_{F2}) kurz nach dem Zeitpunkt, zu dem die Rückkehr nur zum „Messstrom (I_M)“ erfolgt, wird erneut mit dem für Gleichspannung kalibrierten Oszilloskop gemessen.

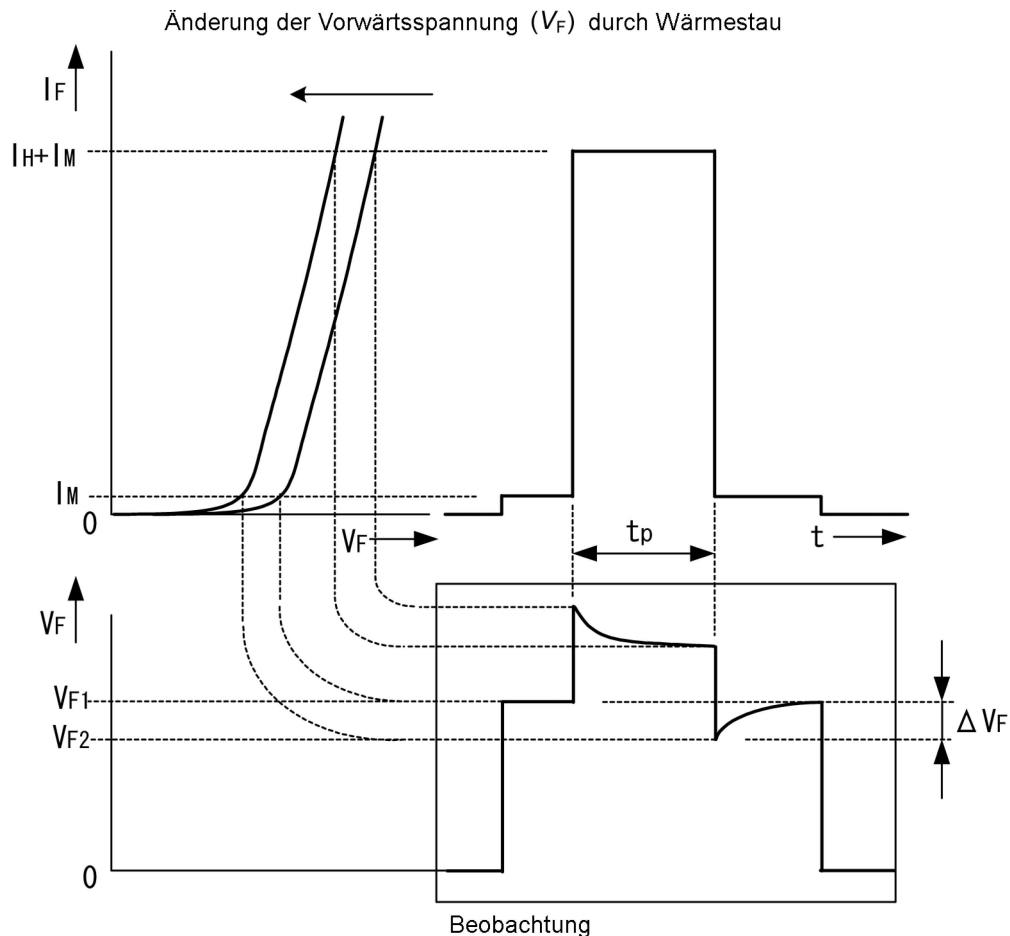


Bild 15

Aufgrund des durch die Verlustleistung erzeugten Wärmestaus ist die gemessene Vorwärtsspannung V_{F2} kurz nach dem Ende der Verlustleistung geringer als die Vorwärtsspannung V_{F1} vor der Erwärmung. Bei einer nachfolgenden Abkühlung der Sperrschichttemperatur kehrt V_{F2} jedoch auf den Wert V_{F1} vor der Erwärmung zurück.

Bild 15 zeigt die Änderung der Vorwärtstempertur und die Kurvenform, dargestellt von einem Oszilloskop für Gleichspannung.

ANMERKUNG Die Messung von V_{F2} kurz nach dem Ende der Erwärmung muss verglichen mit der Wärmezeitkonstante der Prüf-LED nach einer ausreichend kurzen Zeit erfolgen. Da die beobachtete Kurve jedoch von einem transienten Nachschwingen aufgrund des Abschneidens des Heizstromes (I_H) überlagert wird, erfolgt die Abtastung nach einer bestimmten Verzögerungszeit, um den Einfluss des Nachschwingens zu vermeiden.

3) Berechnung des Wärmewiderstandes

Der Wärmewiderstand $R_{th(j-x)}$ zwischen der Sperrschicht und einem bestimmten Referenzpunkt X wird mit der folgenden Gleichung berechnet:

$$R_{th(j-x)} \equiv \frac{T_j - T_x}{P} = \frac{\Delta V_F / b}{I_H V_F} (I_M \ll I_H)$$

Dabei ist:

- T_j die Sperrschichttemperatur;
- T_x die Referenzpunktemperatur;
- P die Gesamtverlustleistung;

$$\Delta V_F = |V_{F1} - V_{F2}|$$

b der Temperaturkoeffizient der Vorwärtsspannung.

ANMERKUNG Der Impulswärmewiderstand $R_{th(j-x)}$ der LED mit einem entsprechenden Kühlkörper ändert sich als Funktion der Erwärmungsdauer (t_p), wie in Bild 16 dargestellt.

In diesem Beispiel werden zwei Sättigungsbereiche beobachtet.

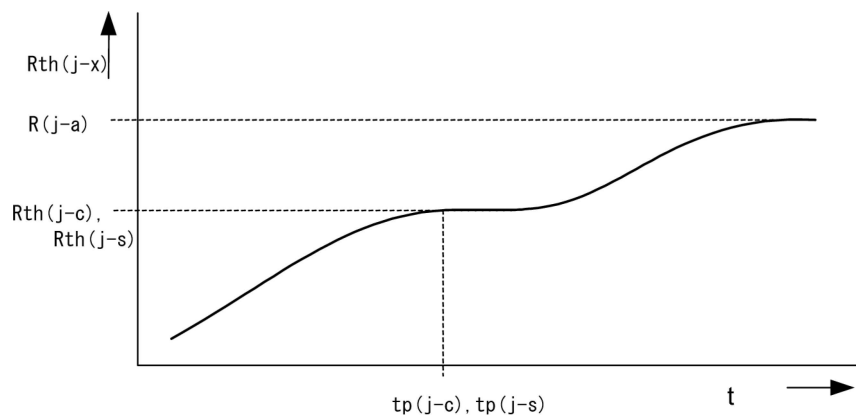
Der erste Sättigungsbereich gibt den Zustand an, in dem sich der LED-Chip fast erwärmt hat, während der zweite Bereich den Prozess angibt, bis das Gehäuse (oder der Lötunkt) den Beharrungszustand erreicht hat.

Die beiden Sättigungsbereiche geben den Wärmewiderstand zwischen Sperrschicht und Gehäuse $R_{th(j-c)}$ (oder den Wärmewiderstand zwischen Sperrschicht und Lötunkt $R_{th(j-s)}$) bzw. den Wärmewiderstand zwischen Sperrschicht und Umgebung $R_{th(j-a)}$ an.

Da der Wärmewiderstand des Referenzpunktes durch t_p bestimmt wird, muss der Wert für t_p in Abhängigkeit vom Zweck gewählt werden.

Z. B. sollte der Wärmewiderstand von Leistungs-LEDs (oder LEDs mit hohem Lichtstrom), bei denen der Bemessungswert des Steuerstromes unter der Annahme der Verwendung eines Kühlkörpers so festgelegt wird, dass eine hohe Stromansteuerung möglich ist, eindeutig mit $R_{th(j-c)}$ oder $R_{th(j-s)}$ festgelegt werden.

Bei LEDs mit einem geeigneten Kühlkörper wird der Impulswärmewiderstand $R_{th(j-c)}$ (oder $R_{th(j-s)}$) gemessen, indem $t_{p(j-c)}$ (oder $t_{p(j-s)}$) als der Wert für t_p gewählt wird, der als Wärmezeitkonstante für das Gehäuse (oder den Lötunkt) betrachtet wird, wie in Bild 16 dargestellt.



Transiente Änderung des Wärmewiderstandes (doppelt logarithmische Kurve)

Bild 16

d) Zu beachtende Vorsichtsmaßnahmen

- 1) Der Heizstrom (I_H) muss so hoch wie möglich eingestellt werden, damit die Empfindlichkeit für die Ermittlung der Differenz der Vorwärtsspannung ΔV_F vor und nach der Erwärmung sichergestellt ist.
- 2) Siehe auch 6.1.

6.8 Messung der Ansprechzeit

a) Zweck

Messung der Ansprechzeit der LED unter festgelegten Bedingungen

b) Schaltbild

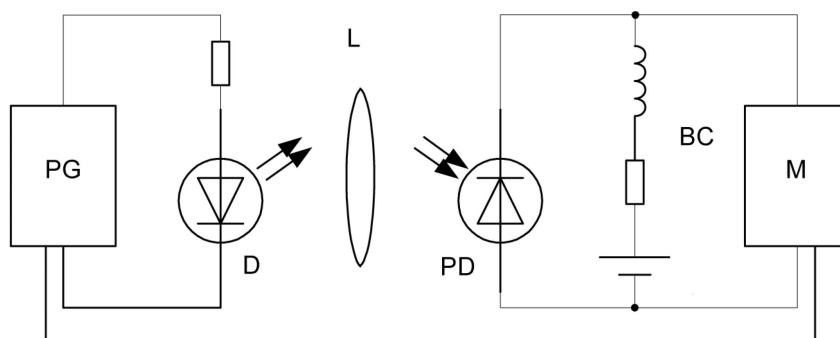


Bild 17

c) Beschreibung der Schaltung und Anforderungen

- PG Impulsgenerator
 D zu messende lichtemittierende Diode
 L Sammellinse
 PD Photoempfänger
 BC Vorspannungsschaltung
 M optisches Impulsmesssystem

ANMERKUNGEN:

- 1) Zum Empfang des Photostromsignals am Photoempfänger wird im Allgemeinen ein Transimpedanzverstärker mit einer ausreichenden Ansprechcharakteristik benutzt; es kann jedoch auch eine Spannungsmessung mit einem Widerstand durchgeführt werden, dessen Wert so gering ist, dass die Ansprechempfindlichkeit und die Linearität sichergestellt sind.
- 2) Anstiegs- und Abfallzeit des Impulsgenerators und des optischen Impulsmesssystems sollten ausreichend geringer als die Ansprechzeit der Prüf-LED sein. Die Ansprechempfindlichkeit eines Photoempfängers kann außerhalb eines festgelegten Wellenlängenbereiches in Abhängigkeit vom kristallinen Werkstoff und vom Bauelementeaufbau herabgesetzt sein. Die Kombination von Wellenlängenbereich und Bauelementeaufbau sollte gut ausgewählt werden.
- 3) Die Sammellinse kann in Abhängigkeit von den optischen Kennwerten der Prüf-LED weggelassen werden, wenn sie nicht benötigt wird.

d) Messverfahren

- (1) Der festgelegte Vorwärtsstromimpuls wird an die Prüf-LED angelegt.
- (2) Das von der LED ausgesendete Licht wird vom Photoempfänger empfangen und in ein elektrisches Signal umgewandelt.
- (3) Das elektrische Signal wird mit einem Oszilloskop oder einem anderen geeigneten Messgerät, welches mit dem Impulsgenerator synchronisiert worden ist, gemessen. Anschließend werden Anstiegszeit (t_r) und Abfallzeit (t_f) (und gegebenenfalls die Einschaltverzögerungszeit ($t_{d(on)}$) und die Ausschaltverzögerungszeit ($t_{d(off)}$)) auf der Grundlage der Beziehung zwischen der in Bild 6.8(b) dargestellten Eingangs- und Ausgangskurvenformen nach den folgenden Festlegungen gemessen.

(a) Anstiegszeit (t_r)

Die Zeit, die die Amplitude der Ausgangskurve benötigt, um von 10 % auf 90 % ihres Wertes anzusteigen.

(b) Einschaltverzögerungszeit ($t_{d(on)}$)

Die Zeit zwischen dem Zeitpunkt, zu dem die Amplitude der Eingangskurve 10 % ihres Wertes erreicht, bis zu dem Zeitpunkt, zu dem die Ausgangskurve 10 % ihres Wertes erreicht.

(c) Abfallzeit (t_f)

Die Zeit, die die Amplitude der Ausgangskurve benötigt, um von 90 % auf 10 % ihres Wertes abzufallen.

(b) Ausschaltverzögerungszeit ($t_{d(off)}$)

Die Zeit zwischen dem Zeitpunkt, zu dem die Amplitude der Eingangskurve auf 90 % ihres Wertes sinkt, bis zu dem Zeitpunkt, zu dem die Ausgangskurve auf 90 % ihres Wertes absinkt.

e) Zu beachtende Vorsichtsmaßnahmen

- (1) Anstiegs-, Abfall- und Verzögerungszeit des Vorwärtsstrom-Impulsgenerators und des optischen Impulsmesssystems müssen ausreichend geringer sein, als die der Prüf-LED.
- (2) Die Linearität des optischen Impulsmesssystems muss vor dem Einsatz innerhalb des Messbereiches des Messwertes korrigiert werden.
- (3) Weitere Einzelheiten, die zusätzlich zu den in (1) und (2) angegebenen gelten, siehe 6.1.

f) Festgelegte Bedingungen

- (1) Umgebungstemperatur (T_a), Gehäusetemperatur (T_c) oder Referenzpunkttemperatur (T_x)
- (2) Eingangsimpulssignal (Impulsstrom, Impulsbreite, relative Einschaltdauer)

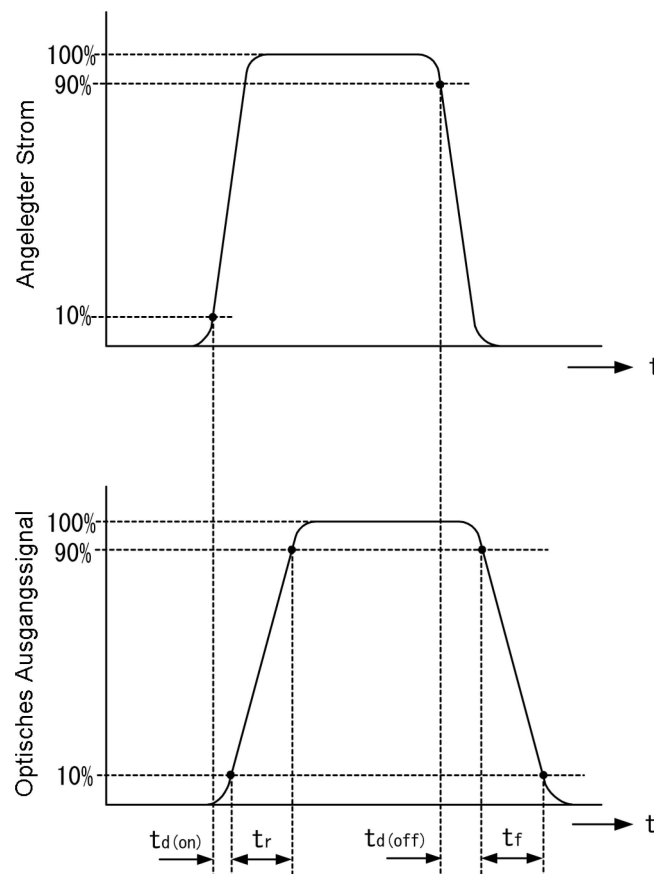


Bild 18

6.9 Messung von Frequenzgang und Grenzfrequenz (f_c)

a) Zweck

Messung von Frequenzgang und Grenzfrequenz der LED unter festgelegten Bedingungen

b) Schaltbild

Die Messschaltung sollte prinzipiell nach Bild 19 ausgeführt werden.

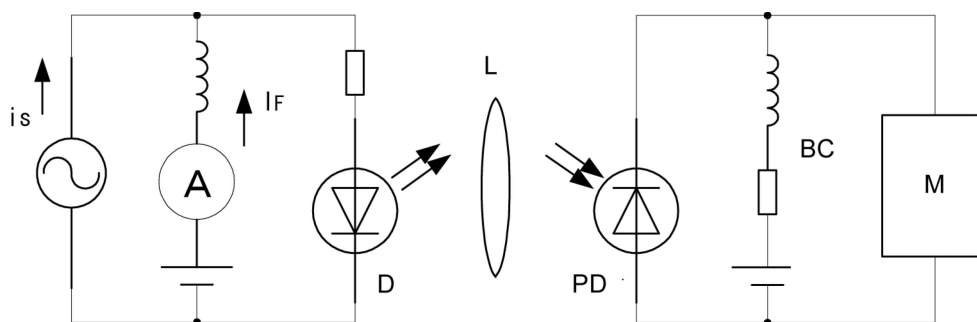


Bild 19

c) Beschreibung der Schaltung und Anforderungen

- i_s Kleinsignal-Wechselstrom
- I_F Vorwärtsgleichstrom
- D zu messende lichtemittierende Diode
- L Sammellinse
- PD Photoempfänger
- BC Vorspannungsschaltung
- M optisches Impulsmesssystem

ANMERKUNGEN:

- 1) Zum Empfang des Photostromsignals am Photoempfänger wird im Allgemeinen ein Transimpedanzverstärker mit einer ausreichenden Ansprechcharakteristik benutzt; es kann jedoch auch eine Spannungsmessung mit einem Widerstand durchgeführt werden, dessen Wert so gering ist, dass die Ansprechempfindlichkeit und die Linearität sichergestellt sind.
- 2) Die Ansprechempfindlichkeit eines Photoempfängers kann außerhalb eines festgelegten Wellenlängenbereiches in Abhängigkeit vom kristallinen Werkstoff und vom Bauelementeaufbau herabgesetzt sein. Die Kombination von Wellenlängenbereich und Bauelementeaufbau sollte gut ausgewählt werden.
- 3) Die Frequenzabweichung des Ausgangssignals der Wechselstrom-Signalquelle muss ausreichend klein sein.
- 4) Die Sammellinse kann in Abhängigkeit von den optischen Kennwerten der Prüf-LED weggelassen werden, wenn sie nicht benötigt wird.

d) Messverfahren

- (1) Der festgelegte Vorwärtssstrom wird an die Prüf-LED angelegt und der Kleinsignal-Wechselstrom mit der Frequenz f wird überlagert.
- (2) Das von der LED abgestrahlte Licht wird vom Photoempfänger empfangen und in ein elektrisches Signal umgewandelt.
- (3) Der Wechselstrom $i_p(f)$, der dem modulierten Licht entspricht, wird mit einem Messgerät wie einem Spektrumanalysator gemessen.
- (4) $i_p(f)/i_p(f_0)$ für den Wechselstrom $i_p(f_0)$ mit einer ausreichend geringen Referenzfrequenz f_0 ($f_0 \leq f_c/100$) wird als Frequenzgang ermittelt.
- (5) Die Grenzfrequenz (f_c) ist die Frequenz, bei der der Frequenzgang um 3 dB bezogen auf die Referenzfrequenz sinkt.

$$-3 \text{ dB} = 10 \log [i_p(f)/i_p(f_0)]$$

e) Zu beachtende Vorsichtsmaßnahmen

- (1) Es sind Frequenzkennlinien der Kleinsignal-Wechselstromquelle und des optischen Signalmesssystems mit einem Bereich anzuwenden, der ausreichend viel breiter als der der Frequenzkennlinie der LED ist.
- (2) Die Linearität des optischen Signalmesssystems sollte vor dem Einsatz innerhalb des Messbereiches des Messwertes korrigiert werden.
- (3) Wenn das optische Ausgangssignal der LED vom Photoempfänger photoelektrisch umgewandelt wird, weil sich die Frequenz, bei der das elektrische Ausgangssignal vom Photoempfänger um 3 dB sinkt, und die Frequenz, bei der das optische Ausgangssignal der Lichtquelle um 3 dB sinkt, unterscheiden, muss diese Umwandlung sorgfältig und ordnungsgemäß erfolgen.
- (4) Weitere Einzelheiten, die zusätzlich zu den in (1), (2) und (3) angegebenen gelten, siehe 6.1.

f) Festgelegte Bedingungen

- (1) Umgebungstemperatur (T_a), Gehäusetemperatur (T_c) oder Referenzpunkttemperatur (T_x)
- (2) Vorwärtsstrom I_F der Vorspannungsschaltung der LED
- (3) Amplitude ($\max |i_s|$) oder Modulationsfaktor ($M = \max |i_s| / I_F$) des Wechselstromsignal

6.10 Messung des Lichtstromes (Φ_v)

a) Zweck

Der Zweck dieser Messung ist die Messung des gesamten Lichtstromes oder eines Teillichtstromes der LED unter festgelegten Bedingungen.

b) Messprinzip

Eine Lichtstrom-Norm-LED mit bekanntem Gesamtlichtstrom (Φ_{VS}) und die Prüf-LED werden abwechselnd in der Mitte der Ulbrichtschen Kugel beleuchtet und der Ausgangswert wird von jedem Photometer abgelesen. Mit I_{VS} als optisches Ausgangssignal des Photometers bei der Beleuchtung der Lichtstrom-Norm-LED unter festgelegten Bedingungen und I_{VT} als optisches Ausgangssignal des Photometers, wenn die Prüf-LED beleuchtet wird, wird der Gesamtlichtstrom Φ_{VT} (1 m) der Prüf-LED wie folgt ermittelt.

$$\Phi_{VT} = \Phi_{VS} \times \frac{I_{VT}}{I_{VS}}$$

Wenn die Werte für Φ_{VT} und Φ_{VS} stark voneinander abweichen, kann ein Filter mit bekannter Dämpfung zwischen Photometer und Photometerfenster benutzt werden.

c) Messverfahren

Die Messschaltung sollte prinzipiell nach Bild 20 ausgeführt werden.

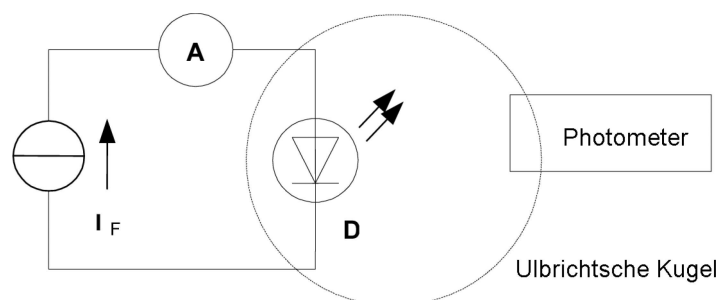


Bild 20

ANMERKUNGEN:

- 1) Es wird vorzugsweise ein Photometer mit Monochromatorverfahren oder mit Polychromatorverfahren benutzt.
- 2) Das Messfenster innerhalb der Ulbrichtschen Kugel sollte ausreichend klein für den Flächeninhalt der Innenfläche sein. Wenn aufgrund des Kugeldurchmessers der Ulbrichtschen Kugel sowie der Form und des Typs des Photometers Schwierigkeiten beim Entwurf einer solchen Ulbrichtschen Kugel bestehen, kann für die Messung ein Photometer mit Faserbündeln verwendet werden, dessen Dämpfung und Wellenlängenempfindlichkeit ausreichend korrigiert worden sind.
- 3) Wenn offensichtlich wird, dass in Rückwärtsrichtung keine Strahlung ausgestrahlt wird, kann die Prüf-LED am Einfallsfenster angebracht werden, um eine 2π -Raummessung durchzuführen.

d) Messverfahren

- (1) Die Messung wird durchgeführt, indem abwechselnd die Prüf-LED und die Lichtstrom-Norm-LED in der Mitte der Ulbrichtschen Kugel angeordnet werden. Die Photometrie beginnt, wenn der Lichtstrom während der Vorbeleuchtung einen stabilen Zustand erreicht (ausreichend Zeit für Änderungen des Lichtstromes, die sich infolge der Erwärmung der Prüf-LED nach dem Einschalten ergeben, bis zum Erreichen eines stabilen Wertes).
- (2) Ablesen jedes Ausgangsmesswertes für die Prüf-LED und die Lichtstrom-Norm-LED vom Photometer.

e) Anmerkungen

- (1) Es sicherzustellen, dass eine Lichtstrom-Norm-LED mit dem gleichen Aufbau und einer gleichwertigen Verteilung des Emissionsspektrums, wie bei der Prüf-LED, verwendet wird, zu der die Werte durch die Normlichtquelle als Lichtstrom-Norm-LED addiert worden sind.

Wenn Aufbau und Verteilung des Emissionsspektrums von Lichtstrom-Norm-LED und Prüf-LED nicht gleichwertig sind, wird zur gegebenenfalls erforderlichen Korrektur die folgende Gleichung benutzt. (Insbesondere, wenn das Photometer einen Filter besitzt (z. B. $V(\lambda)$ -Photometer).

$$\Phi_{VT} = \alpha \times k \times \Phi_{VS} \times \frac{I_{VT}}{I_{VS}}$$

α : Eigenabsorptions-Korrekturfaktor

k : Farbkorrekturfaktor

ANMERKUNG Einzelheiten zur Ermittlung des Eigenabsorptions-Korrekturfaktors siehe Anhang B. Einzelheiten zur Ermittlung des Farbkorrekturfaktors siehe Anhang C.

- (2) Die Beziehung zwischen dem Lichtstrom des empfangenen Lichtes und dem optischen Ausgangssignal des Photometers muss direkt zueinander sein. Sind sie nicht direkt proportional zueinander, muss eine Korrektur erfolgen.
- (3) Der Durchmesser der Ulbrichtschen Kugel muss grundsätzlich ausreichend größer sein als das Prüfbau-
teil. Die Lichtabschirmplatte sollte so klein wie notwendig sein, um die Lichtquelle vom Photometer-
fenster aus gesehen vollständig abzudecken. Die Platte sollte auf der Strecke befestigt werden, die die
Mitte der Ulbrichtschen Kugel mit dem Photometerfenster verbindet, und zwar an einem Punkt zwischen
einem Drittel und der Hälfte des Radius vom Mittelpunkt aus. Die gesamte Innenfläche der Ulbrichtschen
Kugel muss aus einer streuenden Oberfläche bestehen, sodass der Eigenreflexionsgrad möglichst
gleichmäßig ist (Lambertfläche).

Fehler im Ergebnis der Photometrie können abhängig davon entstehen, wie genau die relative spektrale Empfindlichkeitskurve (in der der spektrale Reflexionsfaktor des Anstriches der Ulbrichtschen Kugel, der spektrale Transmissionsgrad der streuenden Transmissionsplatte am Photometerfenster und das relative Spektrum des Photometers zu einem photometrischen System zusammengefasst sind) der Kurve des genormten Hellempfindlichkeitsgrades entspricht. Aus diesem Grund müssen diese Fehler bewertet und korrigiert werden.

- (4) Weitere Einzelheiten, die zusätzlich zu den in (1), (2) und (3) angegebenen gelten, siehe 6.1.

f) Festzulegende Messbedingungen

- (1) Vorwärtsstrom (I_F)
- (2) Umgebungstemperatur (T_a), Gehäusetemperatur (T_c) oder Referenzpunkttemperatur (T_x)

6.11 Messung der Strahlungsleistung (Φ_e)

a) Zweck

Der Zweck dieser Messung ist die Messung der Gesamtstrahlungsleistung der LED unter festgelegten Bedingungen.

b) Messprinzip

Eine Strahlungsleistungs-Norm-LED mit bekannter Gesamtstrahlungsleistung (Φ_{es}) und die Prüf-LED werden abwechselnd in der Mitte der Ulbrichtschen Kugel beleuchtet und der Ausgangswert wird von jedem Radiometer abgelesen.

Mit I_{es} als optisches Ausgangssignal des Radiometers bei der Beleuchtung der Strahlungsleistungs-Norm-LED unter festgelegten Bedingungen und I_{eT} als Ausgangssignal des Radiometers, wenn die Prüf-LED beleuchtet wird, wird die Strahlungsleistung Φ_{eT} der Prüf-LED wie folgt ermittelt.

$$\Phi_{eT} = \Phi_{es} \times \frac{I_{eT}}{I_{es}}$$

Wenn die Werte für Φ_{eT} und Φ_{es} stark voneinander abweichen, kann ein Filter mit bekannter Dämpfung zwischen Radiometer und Photometerfenster benutzt werden.

c) Messschaltung

Die Messschaltung sollte prinzipiell nach Bild 21 ausgeführt werden.

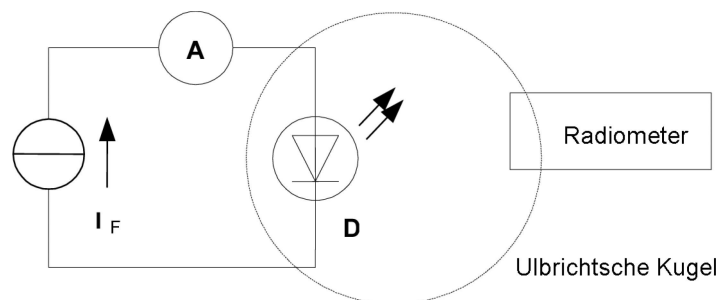


Bild 21

ANMERKUNGEN:

- 1) Das Messfenster innerhalb der Ulbrichtschen Kugel sollte ausreichend klein für den Flächeninhalt der Innenfläche sein. Wenn aufgrund des Kugeldurchmessers der Ulbrichtschen Kugel sowie der Form und des Typs des Lichtempfangsteils des Radiometers Schwierigkeiten beim Entwurf einer solchen Ulbrichtschen Kugel bestehen, kann für die Messung ein Radiometer mit Faserbündeln verwendet werden, dessen Dämpfung und Wellenlängenempfindlichkeit ausreichend korrigiert worden sind.
- 2) Wenn offensichtlich wird, dass in Rückwärtsrichtung keine Strahlung ausgestrahlt wird, kann die Prüf-LED am Einfallsfenster angebracht werden, um eine 2- π -Raummessung durchzuführen.

d) Messverfahren

- (1) Die Messung wird durchgeführt, indem abwechselnd die Prüf-LED und die Strahlungsleistungs-Norm-LED in der Mitte der Ulbrichtschen Kugel angeordnet wird.

Die Photometrie beginnt, wenn die Strahlungsleistung während der Vorbeleuchtung einen stabilen Zustand erreicht hat (ausreichend Zeit für Änderungen der Strahlungsleistung, die sich infolge der Erwärmung der Prüf-LED nach dem Einschalten ergeben, bis zum Erreichen eines stabilen Wertes).

- (2) Ablesen jedes Ausgangsmesswertes für die Prüf-LED und die Strahlungsleistungs-Norm-LED vom Radiometer.

ANMERKUNGEN:

- 1) Es sicherzustellen, dass eine Strahlungsleistungs-Norm-LED mit dem gleichen Aufbau und einer gleichwertigen Verteilung des Emissionsspektrums wie bei einer angemessen kalibrierten Prüf-LED und einem Radiometer verwendet wird.

Wenn Aufbau und Verteilung des Emissionsspektrums von Strahlungsleistungs-Norm-LED und Prüf-LED nicht gleichwertig sind, wird zur gegebenenfalls erforderlichen Korrektur die folgende Gleichung benutzt.

Wenn für das Radiometer ein optisches Leistungsmessgerät mit einer wellenlängenempfindlichen Kompensationsfunktion benutzt wird, muss keine Korrektur mit dem Farbkorrekturfaktor erfolgen, wenn für jede Messung eine Korrektur mit der entsprechenden Wellenlänge durchgeführt wird.

$$\Phi_{VT} = \alpha \times k \times \Phi_{VS} \times \frac{I_{VT}}{I_{VS}}$$

α : Eigenabsorptions-Korrekturfaktor

k : Farbkorrekturfaktor

Einzelheiten zur Ermittlung des Eigenabsorptions-Korrekturfaktors siehe Anhang B.

Einzelheiten zur Ermittlung des Farbkorrekturfaktors siehe Anhang C.

- 2) Der Durchmesser der Ulbrichtschen Kugel muss grundsätzlich ausreichend größer sein als die Prüf-LED. Die Lichtabschirmplatte sollte so klein wie notwendig sein, um die Lichtquelle vom Photometerfenster aus gesehen vollständig abzudecken. Die Platte sollte auf der Strecke befestigt werden, die die Mitte der Ulbrichtschen Kugel mit dem Photometerfenster verbindet, und zwar an einem Punkt zwischen einem Drittel und der Hälfte des Radius vom Mittelpunkt aus. Die gesamte Innenfläche der Ulbrichtschen Kugel muss aus einer streuenden Oberfläche bestehen, sodass der Eigenreflexionsgrad möglichst gleichmäßig ist (Lambertfläche).
- 3) Weitere Einzelheiten, die zusätzlich zu den in (1) und (2) angegebenen gelten, siehe 6.1.
- f) Festzulegende Messbedingungen
- (1) Vorwärtsstrom (I_F)
- (2) Umgebungstemperatur (T_a), Gehäusetemperatur (T_c) oder Referenzpunkttemperatur (T_x)

6.12 Messung der Lichtstärke (I_v)

- a) Zweck

Der Zweck dieser Messung ist die Messung der Lichtstärke der LED unter festgelegten Bedingungen.

- b) Messprinzip

Die Lichtstärkemessung muss der Messung der CIE-gemittelten LED-Lichtstärke entsprechen. Diese Messung wird durchgeführt durch abwechselndes Einschalten einer Lichtstärke-Norm-LED mit bekannter mittlerer LED-Lichtstärke (I_v) und der Prüf-LED und deren Vergleich unter zwei definierten Sichtbedingungen (Raumwinkelbedingungen).

Mit I_{VS} als Lichtstärke der Lichtstärke-Norm-LED, i_{VS} als Anzeigewert des Photometersausgangs und i_{VT} als Anzeigewert des Photometersausgangs, wenn die Prüf-LED beleuchtet wird, wird die Lichtstärke I_v der Prüf-LED wie folgt ermittelt.

$$I_v = \frac{i_{VT}}{i_{VS}} \times I_{VS}$$

Der Messabstand sollte zwischen der LED-Spitze und der Referenzoberfläche des Lichtempfangsteils des Photometers der Darstellung in Bild 22 entsprechen.

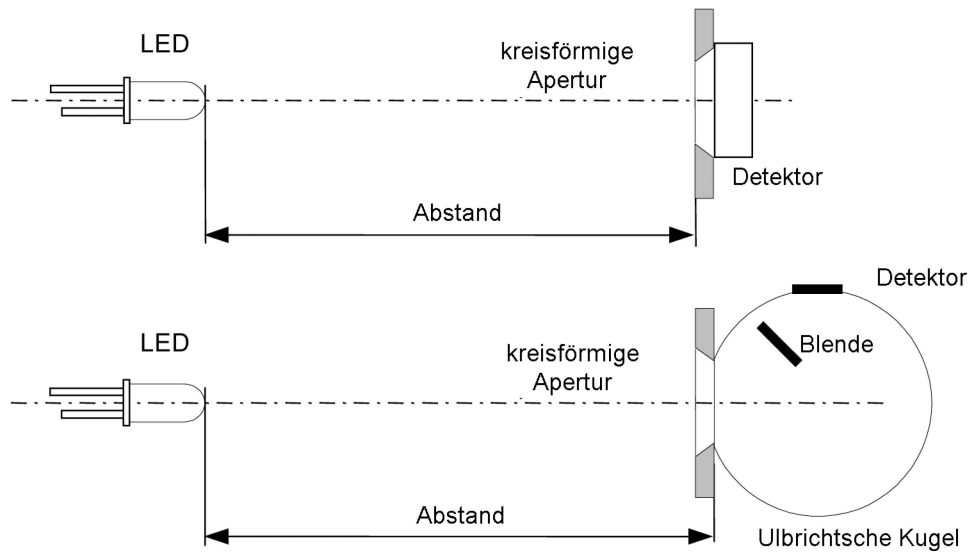


Bild 22

ANMERKUNGEN:

- 1) Wenn die Referenzoberfläche des Photometers für den Messabstand nicht festgesetzt ist, wird die Vorderfläche des Lichtempfangsteils als Referenzoberfläche benutzt.
- 2) Tabelle 6.12(b) zeigt die Sichtwinkelbedingungen für die CIE-gemittelte LED-Lichtstärke.

Tabelle 6.12 – Messungen der CIE-gemittelten LED-Lichtstärke

	Kreisförmige Apertur (mm ²)	Abstand (mm)	Sichtwinkel (sr)
Bedingung A	100	316	0,001
Bedingung B		100	0,01

c) Messschaltung

Die Messschaltung sollte prinzipiell nach Bild 6.12(c) ausgeführt werden.

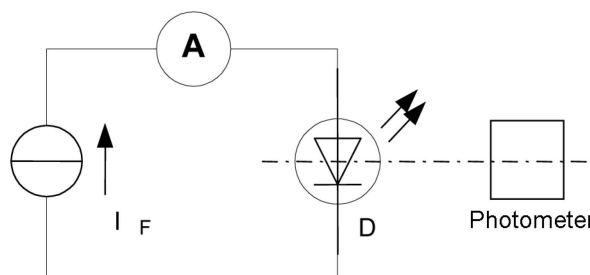


Bild 23

d) Messverfahren

- (1) Die Lichtstärke-Norm-LED oder die Prüf-LED werden entsprechend ihres äußeren Aufbaus eingerichtet. Photometer und Prüf-LED werden im Allgemeinen an einer Stelle angeordnet, an der die vertikale Mittelachse der Aufnahmefläche des Photometers mit der Mittelachse des Aufbaus oder der optischen Mittelachse der Prüf-LED zusammenfällt.

- (2) Der photometrische Abstand zwischen der LED und der Aufnahme­fläche des Photometers wird in Abhängigkeit von der entsprechenden Bedingung auf einen der in Tabelle 6.12(b) angegebenen Werte eingestellt.
- (3) Der festgelegte Vorwärtsstrom (I_F) wird abwechselnd an die Lichtstärke-Norm-LED und die Prüf-LED angelegt, um die Lichtstärke durch Ablesen des Photometers zu ermitteln.

Wenn die Verteilungen des Emissionsspektrums von Lichtstärke-Norm-LED und Prüf-LED nicht gleichwertig sind, werden gegebenenfalls Korrekturen mit dem Farbkorrekturfaktor durchgeführt. (Insbesondere bei einem Photometer mit Filter (z. B. $V(\lambda)$ -Photometer).

ANMERKUNGEN:

- 1) Einzelheiten zur Ermittlung des Farbkorrekturfaktors siehe Anhang B.
 - 2) Bei den eigentlichen Messungen fällt die Mittelachse des Aufbaus, die auf dem äußeren Aufbau der Prüf-LED beruht, nicht notwendigerweise mit der optischen Mittelachse zusammen. Es ist empfehlenswert zu klären, auf welche Achse sich der ermittelte Messwert bezieht.
 - 3) Weitere Einzelheiten, die zusätzlich zu den in (1) angegebenen gelten, siehe 6.1.
- f) Festzulegende Messbedingungen
- (1) Vorwärtsstrom (I_F) und Stromflussdauer
 - (2) Abstandsbedingung (Sichtbedingung)
 - (3) Umgebungstemperatur (T_a), Gehäusetemperatur (T_c) oder Referenzpunkttemperatur (T_x)

6.13 Messung der Strahlstärke (I_e)

a) Zweck

Der Zweck dieser Messung ist die Messung der Strahlstärke der LED unter festgelegten Bedingungen.

b) Messprinzip

Die Strahlstärkemessung muss den Sichtbedingungen (Raumwinkelbedingungen) und den Bedingungen für die Lagebeziehung zwischen dem Lichtempfangsteil und der LED entsprechen, der für die Messung der CIE-gemittelten LED-Lichtstärke in 6.12 „Messung der Lichtstärke (I_v)“ festgelegt ist.

Diese Messung wird durchgeführt durch abwechselndes Einschalten einer Strahlstärke-Norm-LED mit bekannter Strahlstärke (I_{eS}) und der Prüf-LED und deren Vergleich.

Mit I_{eS} als Strahlstärke der Strahlstärke-Norm-LED, i_{eS} als Anzeigewert des Radiometerausgangs und i_{eT} als Anzeigewert des Radiometerausgangs, wenn die Prüf-LED beleuchtet wird, wird die Strahlstärke I_e der Prüf-LED wie folgt ermittelt.

$$I_e = \frac{i_{eT}}{i_{eS}} \times I_{eS}$$

c) Messschaltung

Die Messschaltung sollte prinzipiell nach Bild 24 ausgeführt werden.

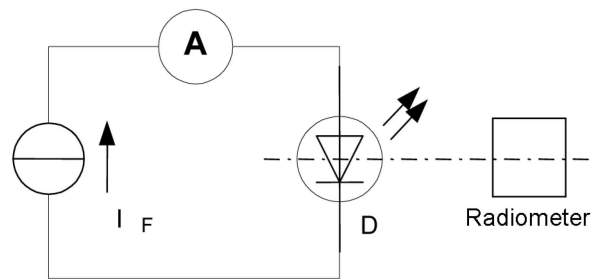


Bild 24

d) Messverfahren

- (1) Die Strahlstärke-Norm-LED oder die Prüf-LED werden entsprechend ihres äußeren Aufbaus eingerichtet. Radiometer und Prüf-LED werden im Allgemeinen an einer Stelle angeordnet, an der die vertikale Mittelachse der Aufnahme­fläche des optischen Empfängers mit der Mittelachse des Aufbaus oder der optischen Mittelachse der Prüf-LED zusammenfällt.
- (2) Der photometrische Abstand zwischen der LED und der Aufnahme­fläche des Radiometers wird in Abhängigkeit von der entsprechenden Bedingung auf einen der in Tabelle 6.12(b) angegebenen Werte eingestellt.
- (3) Der festgelegte Vorwärtsstrom wird abwechselnd an die Strahlstärke-Norm-LED und die Prüf-LED angelegt, um die Strahlstärke durch Ablesen des Radiometers zu ermitteln. Wenn für das Radiometer ein optisches Leistungsmessgerät mit einer wellenlängenempfindlichen Kompensationsfunktion benutzt wird, muss sichergestellt werden, dass es für jede Messung mit der entsprechenden Wellenlänge kalibriert wird.

ANMERKUNGEN:

- 1) Bei den eigentlichen Messungen fällt die Mittelachse des Aufbaus, die auf dem äußeren Aufbau der Prüf-LED beruht, nicht notwendigerweise mit der optischen Mittelachse zusammen. Es ist empfehlenswert zu klären, auf welche Achse sich der ermittelte Messwert bezieht.
- 2) Weitere Einzelheiten, die zusätzlich zu den in (1) angegebenen gelten, siehe 6.1.

f) Festzulegende Messbedingungen

- (1) Vorwärtsstrom (I_F) und Stromflussdauer
- (2) Abstandsbedingung (Sichtbedingung)
- (3) Umgebungstemperatur (T_a), Gehäusetemperatur (T_c) oder Referenzpunkttemperatur (T_x)

6.14 Messung der Leuchtdichte (L_v)

a) Zweck

Der Zweck dieser Messung ist die Messung der Leuchtdichte unter festgelegten Bedingungen entweder mit einer LED-Flächenbeleuchtung mit einem besonders großflächigen lichtemittierenden Teil und einem ebenen Leuchtmuster oder mit einer LED-Punktmatrixanzeige.

c) Messschaltung

Die Messschaltung sollte prinzipiell nach Bild 25 ausgeführt werden.

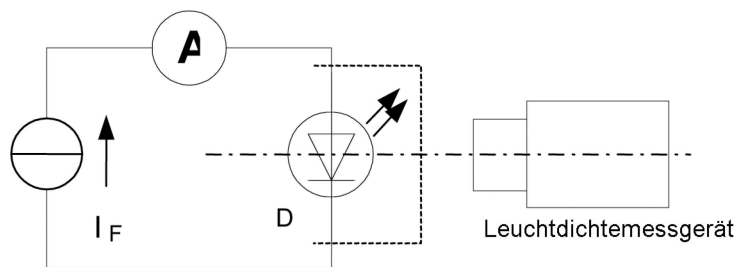


Bild 25

d) Messverfahren

- (1) Die Prüf-LED wird entsprechend ihres äußeren Aufbaus eingerichtet. Leuchtdichtemessgerät und Prüf-LED werden an einer Stelle angeordnet, an der die vertikale Mittelachse der Aufnahme­fläche des Leuchtdichtemessgerätes mit der Normalen der Aussendungsfläche der Prüf-LED zusammenfällt.
- (2) Der Abstand zwischen der Aussendungsfläche der Prüf-LED und der Aufnahme­fläche des Leuchtdichtemessgerätes wird so eingestellt, dass der Raumwinkel, der durch die Größe des Durchmessers des Messpunktes auf der festgelegten Aussendungsfläche bestimmt wird, angemessen ist.
- (3) Der festgelegte Vorwärtsstrom (I_F) wird an die Prüf-LED angelegt, um die Leuchtdichte (L_V) durch Ablesen des Leuchtdichtemessgerätes zu ermitteln.

ANMERKUNGEN:

- 1) Bei der Messung der Leuchtdichte sollte sichergestellt werden, dass die Betrachtungshelligkeit des Leuchtdichtemessgerätes gleichmäßig ist und das Sichtfeld vollständig mit der Lichtemission ausgefüllt ist. Wenn die Leuchtdichte der Aussendungsfläche ungleichmäßig ist, wird der Mittelwert der Leuchtdichte benutzt.
- 2) Es ist empfehlenswert genau anzugeben, auf welchem Teil der Aussendungsfläche die Leuchtdichte gemessen wurde.
- 3) Das Leuchtdichtemessgerät muss regelmäßig kalibriert werden. Einzelheiten zur Kalibrierung siehe Anhang D.
- 4) Weitere Einzelheiten, die zusätzlich zu den in (1), (2) und (3) angegebenen gelten, siehe 6.1.

f) Festzulegende Messbedingungen

- (1) Vorwärtsstrom (I_F)
- (2) Photometrischer Abstand und Raumwinkel
- (3) Umgebungstemperatur (T_a), Gehäusetemperatur (T_c) oder Referenzpunkttemperatur (T_x)
- (4) Lage der Aussendungsfläche
- (5) Messfläche

6.15 Messung der Verteilung des Emissionsspektrums, der Spitzenemissionswellenlänge (λ_p) und der spektralen Halbwertsbandbreite ($\Delta\lambda$)

a) Zweck

Der Zweck dieser Messung ist die Messung der Verteilung des Emissionsspektrums, der Spitzenemissionswellenlänge und der spektralen Halbwertsbandbreite der LED unter festgelegten Bedingungen.

b) Messschaltung

- (1) Die Messschaltung sollte prinzipiell nach Bild 26 ausgeführt werden.

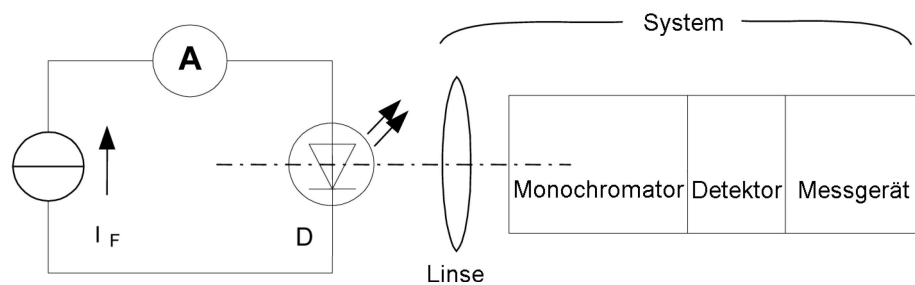


Bild 26

- (2) Die Verteilung des Emissionsspektrums von LEDs kann sich aufgrund ihrer Lage in der Emissionsfläche und ihres Richtungswinkels stark unterscheiden. Die Messung kann daher abhängig von der vorgesehenen Nutzung mit einem Lichtempfangssystem im 2π -Raum mit einer Ulbrichtschen Kugel durchgeführt werden, wie in Bild 6.15(b) dargestellt. Wenn nichts anders festgelegt ist, wird besonders für Messungen von LEDs mit mehreren Elementen innerhalb eines Einzelgehäuses oder von LEDs mit zwei Emissionswellenlängen unter Anwendung einer angeregten Luminiszenzschicht im LED-Element das in Bild 27 dargestellte System benutzt.

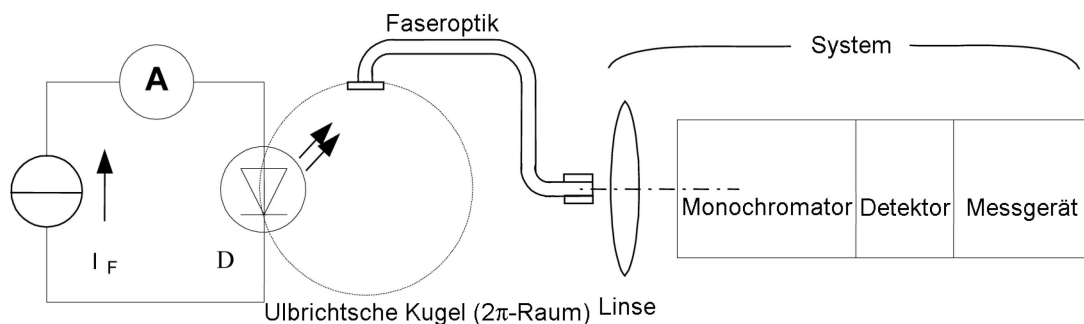


Bild 27

c) Messverfahren

- (1) Der festgelegte Vorwärtsstrom wird an die Prüf-LED angelegt und die Strahlung von der Prüf-LED mit einer Linse oder einem Spiegel in das Spektroskop gerichtet fokussiert.
- (2) Die Wellenlänge des Spektroskopes durchläuft den Bereich der Emissionswellenlänge der Prüf-LED, um die am optischen Empfänger angezeigten Werte abzulesen, und anschließend wird die Verteilung des Emissionsspektrums ermittelt (siehe Bild 28).
- (3) Aus der Verteilung des Emissionsspektrums wird die Wellenlänge ermittelt, die dem Größtwert des Emissionsspektrums (Spitzenemissionswellenlänge (λ_p)) entspricht (siehe Bild 28).
- (4) Aus der Verteilung des Emissionsspektrums wird das Wellenlängenintervall ermittelt, das dem halben Höchstwert des Emissionsspektrums zwischen den Wellenlängen entspricht (spektrale Halbwertsbandbreite ($\Delta\lambda$)) (siehe Bild 28).

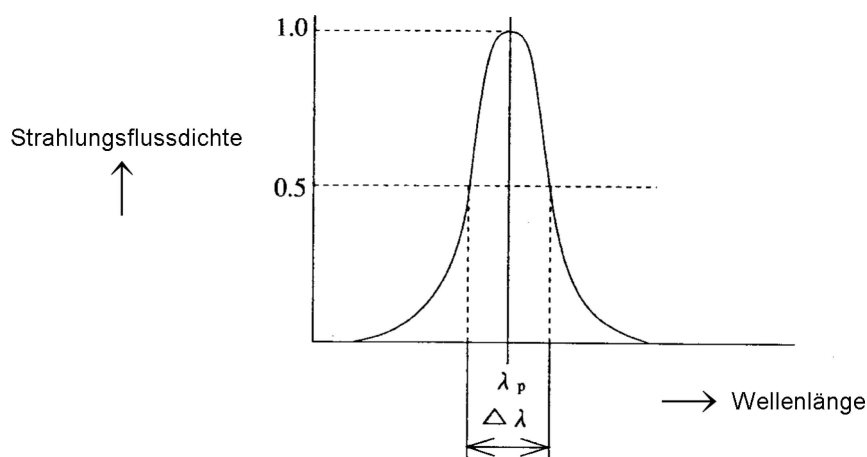


Bild 28

ANMERKUNGEN

- 1) Vorzugsweise sollte die Wellenlängenauflösung des Spektroskopes ausreichend kleiner als die spektrale Halbwertsbandbreite sein und es ist empfehlenswert, die Spaltbreite so einzustellen, dass ein Wellenlängenintervall von 3 nm oder weniger unterstützt wird.
- 2) Die relativen Spektralkennwerte des Messsystems müssen über die gemessene Emissionswellenlänge mit einer Normlichtquelle mit bekannter spektraler Verteilung kalibriert werden.
- 3) Weitere Einzelheiten, die zusätzlich zu den in (1) und (2) angegebenen gelten, siehe 6.1.

e) Festzulegende Messbedingungen

- (1) Vorwärtsstrom (I_F)
- (2) Umgebungstemperatur (T_a), Gehäusetemperatur (T_c) oder Referenzpunkttemperatur (T_x)

6.16 Messung der Farbart

a) Zweck

Der Zweck dieser Messung ist die Messung der sichtbaren Farbart der LED unter festgelegten Bedingungen.

b) Messprinzip

Als Messverfahren für die Farbart wird die Spektrokolorimetrie auf der Basis des CIE-Normvalenzsystems 1931 (Normfarbsystem [XYZ-Farbsystem]) übernommen.

(1) XYZ-Farbsystem

Mit $S_t(\lambda)$ als Verteilung des Emissionsspektrums der LED können die im XYZ-System benutzten Farbwerte X , Y und Z wie folgt ermittelt werden.

$$\left. \begin{aligned} X &= k \sum S_t(\lambda) x(\lambda) \Delta\lambda \\ Y &= k \sum S_t(\lambda) y(\lambda) \Delta\lambda \\ Z &= k \sum S_t(\lambda) z(\lambda) \Delta\lambda \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$X(\lambda), Y(\lambda), Z(\lambda)$: Werte der Spektralwertfunktion im XYZ-Farbsystem⁽¹⁾

$\Delta\lambda$: Wellenlängenintervall zur Berechnung der Farbwerte⁽²⁾

k : Konstante

Mit den Farbwerten (X , Y und Z) werden mit der folgenden Gleichung die Farbwertanteile x und y ermittelt.

$$x = \frac{X}{X + Y + Z}, \quad y = \frac{Y}{X + Y + Z} \quad (2)$$

Grundsätzlich wird mit den Werten x und y die Farbart einer LED angegeben.

In der xy -Farbtafel wird anhand der Werte x und y (Bild 29) die spektrale Reizwellenlänge, die dem Punkt $S^{(4)}$ entspricht, an dem sich der Spektralfarbenbezug und die Verlängerungspunkte, die den Weißpunkt $W^{(3)}$ und den Farbpunkt P verbinden, schneiden, als die bunttongleiche Wellenlänge (λ_D) definiert. Des Weiteren ist der Winkel, der durch die Senkrechte vom Weißpunkt W zur x -Achse und die Strecke WS gebildet wird, als der Bunttonwinkel (θ_D) definiert.

Die Farbart einer LED kann mit der bunttongleichen Wellenlänge (λ_D) und dem Bunttonwinkel (θ_D) angegeben werden⁽⁵⁾.

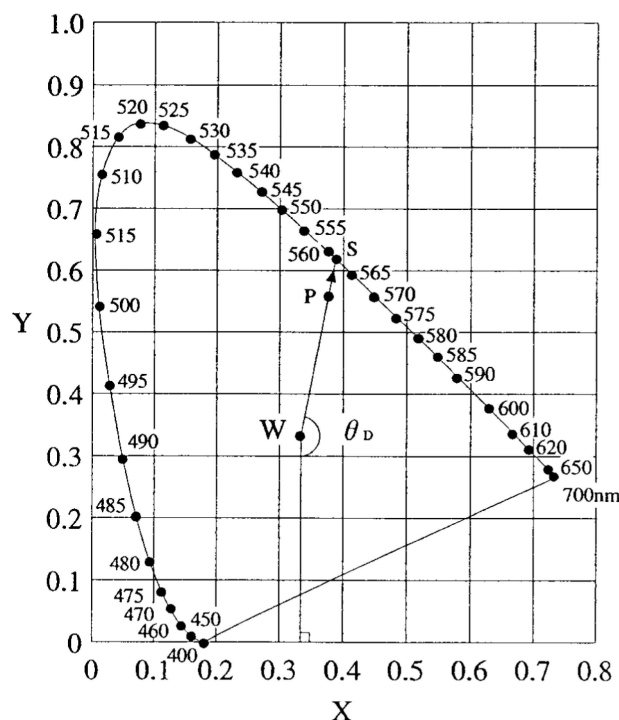


Bild 29

ANMERKUNGEN:

- (1) Die Spektralwertfunktion des XYZ -Farbsystems wurde vom CIE im Jahr 1931 vereinbart. Die Werte werden für jeweils 10 nm im Wellenlängenbereich zwischen 380 nm und 780 nm des genormten Hellempfindlichkeitsgrades zu diesem Zeitpunkt angegeben. Im Jahr 2004 wurde vom CIE ein neuer genormter Hellempfindlichkeitsgrad vereinbart, für den Werte für jeweils 1 nm im Wellenlängenbereich zwischen 380 nm und 830 nm angegeben sind. Tabelle E.1 im Anhang E gibt die Spektralwertfunktion des XYZ -Farbsystems an.

Es gibt zwei Arten der Spektralwertfunktion, von denen die eine in der genannten Tabelle (Tabelle E.1) angegeben ist und die gilt, wenn der Sichtwinkel auf die Aussendungsfläche 4 Grad oder kleiner ist, und die andere sich aus den Werten $x_{10}(\lambda)$, $y_{10}(\lambda)$ und $z_{10}(\lambda)$ zusammensetzt, wenn der Sichtwinkel auf die Aussendungsfläche größer als 4 Grad ist. Bei der Messung von LEDs unter Berücksichtigung ihrer Größe und spektralen Halbwertsbandbreite wird im Allgemeinen die genannte Tabelle (Tabelle E.1) benutzt.

- (2) Basierend auf ANMERKUNG (1) muss das Wellenlängenintervall grundsätzlich 1 nm betragen.
- (3) Die xy -Koordinate des Weißpunktes wird im LED-Feld allgemein mit (0,333; 0,333) angegeben. Abhängig vom Zweck dürfen jedoch andere Definitionen benutzt werden.

- (4) Bei LEDs mit einer Spitzenwellenlänge (λ_P) zwischen 700 nm und 555 nm (zwischen rot und reinem grün) liegt der Farbpunkt P der Emissionsfarbe am Spektralfarbenbezug innerhalb der Fehlerreserve und P und S sind stark aufeinander abgestimmt.
- (5) Bild F.1 im Anhang F zeigt die Beziehung zwischen der bunttongleichen Wellenlänge (λ_D) und dem Farbwertanteil des Spektralfarbenbezugs.

Der Bunttonwinkel (θ_D) kann mit der folgenden Gleichung berechnet werden:

$$\theta_D = \arctan \left(\frac{y_P - 0,333}{x_P - 0,333} \right) + 90^\circ \text{ wenn } x_P > 0,333$$

$$\theta_D = \arctan \left(\frac{y_P - 0,333}{x_P - 0,333} \right) + 270^\circ \text{ wenn } x_P < 0,333$$

$$\theta_D = 0^\circ \text{ oder } 180^\circ \text{ wenn } x_P = 0,333$$

x_P, y_P : ist die xy -Koordinate des Punktes P

c) Messschaltung

Informationen zur Messschaltung für die Verteilung des Emissionsspektrums können 6.15.2 entnommen werden.

d) Messverfahren

- (1) Die Messung der Verteilung des Emissionsspektrums der Prüf-LED erfolgt nach 6.15.3 (1) und (2).
- (2) Der Messwert für jede in der Spektralwertfunktion (Tabelle E.1 im Anhang E) definierte Wellenlänge wird aus der gemessenen Verteilung des Emissionsspektrums abgelesen und als Wert für jede Wellenlänge von $S_i(\lambda)$ in Gleichung (1) eingesetzt.
- (3) Mit den Gleichungen (1) und (2) werden die Farbwertanteile x und y berechnet.

Aus x und y werden gegebenenfalls die bunttongleiche Wellenlänge λ_D und der Bunttonwinkel θ_D ermittelt.

ANMERKUNGEN:

- 1) Vorzugsweise sollte die Wellenlängenauflösung des Spektroskopes ausreichend kleiner sein als die spektrale Halbwertsbandbreite und es ist empfehlenswert, die Spaltbreite so einzustellen, dass ein Wellenlängenintervall von 3 nm oder weniger unterstützt wird.
- 2) Die relativen Spektralkennwerte des Messsystems müssen über die gemessene Emissionswellenlänge mit einer Normlichtquelle mit bekannter spektraler Verteilung kalibriert werden.
- 3) Werte der Verteilung des Emissionsspektrums $S_i(\lambda)$ für Messwerte von jeweiligen Wellenlängen, die abgelesen werden und nicht in Tabelle E.1 im Anhang E definiert sind, werden mit Gleichung (9) in JIS Z 8724 (Messverfahren für die Farbe von Lichtquellen), 4.3.1, ermittelt.
- 4) Bei der Angabe der Farbart mit einer bunttongleichen Wellenlänge λ_D oder einem Bunttonwinkel θ_D unter Bezugnahme auf einen Weißpunkt mit anderen Koordinaten als $x = 0,333$ und $y = 0,333$ muss die Definition des Weißpunktes eindeutig angegeben werden.
- 5) Weitere Einzelheiten, die zusätzlich zu den in (1), (2) und (3) angegebenen gelten, siehe 6.1.

e) Festzulegende Messbedingungen

- (1) Vorwärtsstrom (I_F)
- (2) Umgebungstemperatur (T_a), Gehäusetemperatur (T_c) oder Referenzpunkttemperatur (T_x)

6.17 Messung der Richtungscharakteristik

a) Zweck

Der Zweck dieser Messung ist die Messung der Richtungscharakteristik der LED unter festgelegten Bedingungen.

b) Messschaltung

Die Messschaltung sollte prinzipiell nach Bild 30 ausgeführt werden.

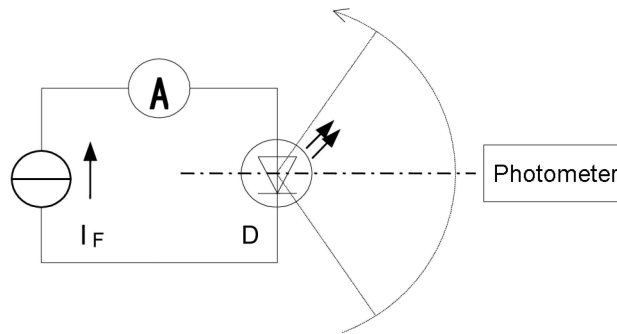


Bild 30

c) Messverfahren

- (1) Die Prüf-LED wird entsprechend ihres äußeren Aufbaus eingerichtet. Optischer Empfänger und Prüf-LED werden im Allgemeinen an einer Stelle angeordnet, an der die vertikale Mittelachse der Aufnahme­fläche des optischen Empfängers mit der Mittelachse des Aufbaus oder der optischen Mittelachse der Prüf-LED zusammenfällt.
- (2) Der photometrische Abstand (Abstand zwischen der Referenzfläche der LED und der Aufnahme­fläche des optischen Empfängers) wird so eingestellt, dass der durch die Größe der Aussendungsfläche und der Aufnahme­fläche bestimmte Raumwinkel angemessen ist.
- (3) Der festgelegte Vorwärtstrom (I_F) wird an die Prüf-LED angelegt.
- (4) Bei einer Drehung des optischen Empfängers um die Achse, die auf der Aussendungsfläche der Prüf-LED liegt und durch die Mitte der Aussendungsfläche verläuft, wird die LED stabilisiert und dann ihre Richtungscharakteristik ermittelt, indem der Drehwinkel und der Ausgangsmesswert des optischen Empfängers abgelesen werden. (Bei einer Drehung der LED wird der optische Empfänger stabilisiert.)
- (5) Die grafische Beschreibung der Richtungscharakteristik ist prinzipiell in den Bildern 31 und 32 dargestellt.
- (6) Als Halbwertswinkel ($2\theta_{1/2}$) wird der Innenwinkel betrachtet, bei dem in Bild 31 und Bild 32 die Licht­stärke der Mittelachse 50 % beträgt.

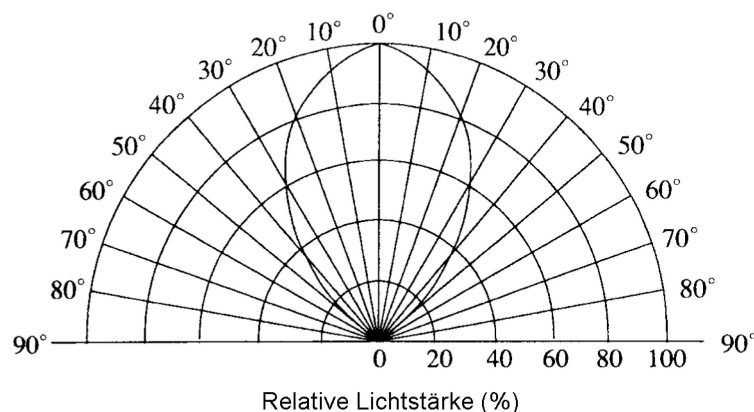
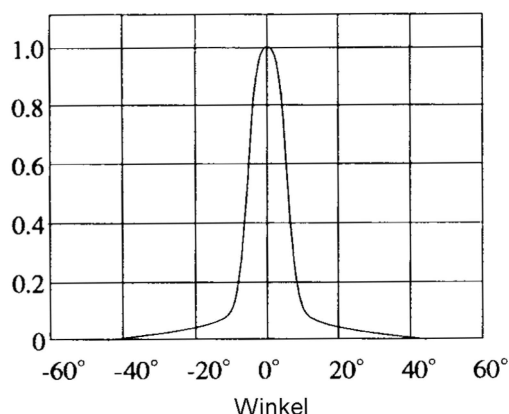


Bild 31

**Bild 32****ANMERKUNGEN:**

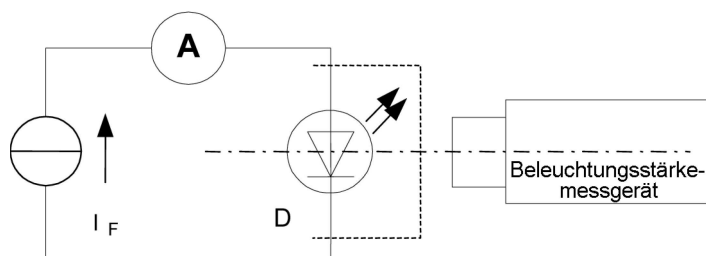
- 1) Bei der Einstellung des photometrischen Abstandes ist es empfehlenswert, den Raumwinkel möglichst klein und unter 0,004 Steradian zu wählen.
- 2) Bei den eigentlichen Messungen fällt die Mittelachse des Aufbaus, die auf dem äußeren Aufbau der Prüf-LED beruht, nicht notwendigerweise mit der optischen Mittelachse zusammen. Es ist empfehlenswert zu klären, auf welche Achse sich die ermittelte Richtungscharakteristik bezieht.
- 3) Weitere Anmerkungen, die zusätzlich zu den in (1) und (2) angegebenen gelten, siehe 6.1.
- d) Festzulegende Messbedingungen
 - (1) Vorwärtsstrom (I_F)
 - (2) photometrischer Abstand und Raumwinkel
 - (3) Umgebungstemperatur (T_a), Gehäusetemperatur (T_c) oder Referenzpunkttemperatur (T_x)

6.18 Messung der Beleuchtungsstärke (E_v)**a) Zweck**

Der Zweck dieser Messung ist die Messung der Beleuchtungsstärke der Oberfläche, die von der LED unter festgelegten Bedingungen bestrahlt wird.

b) Messschaltung

Die Messschaltung sollte prinzipiell nach Bild 33 ausgeführt werden.

**Bild 33****c) Messverfahren**

- (1) Die Aufnahmefläche des kalibrierten Beleuchtungsstärkemessgerätes wird auf die festgelegte Oberfläche ausgerichtet, die von der Prüf-LED beleuchtet wird.

- (2) Der festgelegte Vorwärtsstrom (I_F) wird an die Prüf-LED angelegt und die Beleuchtungsstärke (E_V) am Beleuchtungsstärkemessgerät abgelesen.

ANMERKUNGEN:

- 1) Das Beleuchtungsstärkemessgerät muss regelmäßig kalibriert werden. Einzelheiten zur Kalibrierung siehe Anhang G.
- 2) Weitere Anmerkungen, die zusätzlich zu den in (1) angegebenen gelten, siehe 6.1.
- d) Festzulegende Messbedingungen
 - (1) Vorwärtsstrom (I_F)
 - (2) Festgelegter Bestrahlungsabstand, Bestrahlungsrichtung, Lichtempfangswinkel, Lichtempfangsfläche
 - (3) Umgebungstemperatur (T_a), Gehäusetemperatur (T_c) oder Referenzpunkttemperatur (T_x)

7 Auf der Verpackung anzugebende Informationen

Die folgenden Informationen müssen auf der Verpackung angegeben werden:

- (1) Modell;
- (2) Menge;
- (3) Symbole für die Angabe von Herstellungsjahr und -monat und Kennzeichnung des Loses;
- (4) Herstellername oder dessen Abkürzung.

8 Qualitätsbewertung

8.1 Einteilung der Qualitätsbewertung

Die Bewertung der LED-Qualität erfolgt in drei Klassen auf der Grundlage einer Kombination von Qualitätsslage, Anwendungsprüfungen, Prüfgegenständen, der Anzahl der Prüflinge und weiterer Faktoren.

(1) Klasse I

Diese Klasse umfasst Produkte, die nicht nur die Qualitätsnachweise für die Klasse I nach den Festlegungen in Tabelle 8.1 erhalten müssen und die losweisen Qualitätsprüfungen für die Gruppe A nach den Festlegungen in Tabelle 8.3 bestehen müssen, sondern die auch alle Prüfanforderungen für die jährlichen Qualitätsfähigkeitsbestätigungsprüfungen für Gruppe B, wie in Tabelle 8.3 angegeben, und für Gruppe C wie in Tabelle 8.4 angegeben, erfüllen müssen. Darüber hinaus müssen Produkte, die der Lötprüfung nach Tabelle 8.1 unterzogen werden, alle drei Monate sämtliche Prüfanforderungen für die losweisen Qualitätsprüfungen der Lötunkte erfüllen.

Produkte, die die Qualitätsnachweise der Klassen II und III erhalten haben, können gegebenenfalls auch innerhalb dieser Klasse angewendet werden.

(2) Klasse II

Diese Klasse umfasst Produkte, die die Qualitätsnachweise für die Klasse II nach den Festlegungen in Tabelle 8.1 erhalten müssen und alle Prüfanforderungen für die losweisen Qualitätsprüfungen für die Gruppen A und B nach den Festlegungen in Tabelle 8.3 und für die periodischen Qualitätsprüfungen für Gruppe C nach Tabelle 8.4 erfüllen müssen. Produkte, die die Qualitätsnachweise für die Klasse III nach den Festlegungen in Tabelle 8.1 erhalten haben, können gegebenenfalls auch innerhalb dieser Klasse angewendet werden.