

DIN EN 61747-6-2



ICS 31.120

**Flüssigkristall-Anzeige-Bauelemente –
Teil 6-2: Messverfahren für Flüssigkristall-Anzeigemodule –
Reflektive Ausführung (IEC 61747-6-2:2011);
Deutsche Fassung EN 61747-6-2:2011**

Liquid crystal display devices –
Part 6-2: Measuring methods for liquid crystal display modules –
Reflective type (IEC 61747-6-2:2011);
German version EN 61747-6-2:2011

Dispositifs d'affichage à cristaux liquides –
Partie 6-2: Méthodes de mesure pour les modules d'affichage à cristaux liquides –
Type réfléchissant (CEI 61747-6-2:2011);
Version allemande EN 61747-6-2:2011

Gesamtumfang 55 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2011-07-15 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2012-02-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 61747-6-2:2007-06.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 742 „Audio-, Video- und Multimediasysteme, -geräte und -komponenten“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 110 „Flat Panel Display Devices“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (maintenance result date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

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

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.

Flüssigkristall-Anzeige-Bauelemente –
Teil 6-2: Messverfahren für Flüssigkristall-Anzeigemodule –
Reflektive Ausführung
(IEC 61747-6-2:2011)

Liquid crystal display devices –
Part 6-2: Measuring methods for liquid
crystal display modules –
Reflective type
(IEC 61747-6-2:2011)

Dispositifs d'affichage à cristaux liquides –
Partie 6-2: Méthodes de mesure pour les
modules d'affichage à cristaux liquides –
Type réfléchible
(CEI 61747-6-2:2011)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2011-07-15 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, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2011 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 61747-6-2:2011 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 110/281/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 61747-6-2, ausgearbeitet von dem IEC/TC 110 „Flat panel display devices“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2011-07-15 als EN 61747-6-2 angenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN und CENELEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

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): 2012-04-15
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2014-07-15

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61747-6-2:2011 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter Literaturhinweise zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

- IEC 61747-6 ANMERKUNG Harmonisiert als EN 61747-6.
 - ISO 9241-7 ANMERKUNG Harmonisiert als EN ISO 9241-7.
 - ISO 13406-2 ANMERKUNG Harmonisiert als EN ISO 13406-2.
 - IEC 61747-1 ANMERKUNG Harmonisiert als EN 61747-1.
 - IEC 61747-5 ANMERKUNG Harmonisiert als EN 61747-5.
-

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Beleuchtung und Beleuchtungsgeometrie	7
3.1 Grundsätzliche Kommentare und Bemerkungen zur Messung von reflektiven LCDs	7
3.2 Koordinatensystem zur Beschreibung der Betrachtungsrichtung	7
3.3 Grundlegende Beleuchtungsgeometrien	8
3.4 Umsetzung der Beleuchtungsgeometrien	8
4 Standard-Messeinrichtung und -bedingungen	11
4.1 Lichtmessgeräte	11
4.2 Platzierung und Ausrichtung	11
4.3 Standard-Messanordnungen	11
4.4 Standard-Festlegung der Messbedingungen	16
4.6 Standardpositionen für den Messfleck	20
4.7 Standard-Betriebsbedingungen für das Testobjekt	21
4.8 Standard-Messverfahren	22
5 Standard-Messungen und Auswertungen	22
5.1 Reflexionsgrad – photometrisch	22
5.2 Kontrastverhältnis	24
5.3 Optimale Betrachtungsrichtung/Betrachtungsrichtungsbereich	25
5.4 Farbart	29
5.5 Elektro-optische Transferfunktion – photometrisch	31
5.6 Elektro-optische Transferfunktion – farbmétrisch	32
5.7 Laterale Änderungen (photometrisch, farbmétrisch)	34
5.8 Zeitliche Änderungen	39
5.9 Elektrische Kenngrößen	43
Anhang A (informativ) Standard-Messbedingungen	47
Literaturhinweise	51
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	53
Bilder	
Bild 1 – Angabe der Betrachtungsrichtung (entspricht der Messrichtung) in Polarkoordinaten durch den Neigungswinkel θ und den Drehwinkel ϕ (Azimutwinkel), ϕ in einem polaren Koordinatensystem	7
Bild 2 – Gerichtete Beleuchtung mit einer flachen Lichtquelle	8
Bild 3 – Umsetzungsmöglichkeiten für gerichtete Beleuchtung	9
Bild 4 – Beispiele für eine Beleuchtung mit Ringlicht	10

	Seite
Bild 5 – Beispiele für die Realisierung der konischen Beleuchtung mit einem Kugelschalenabschnitt (Bild 5a) und mit einer Ulbrichtschen Kugel mit großer Austrittsöffnung (Bild 5b)	10
Bild 6 – Beispiele für halbräumliche Beleuchtungen	11
Bild 7 – Seitenansicht der Messanordnung mit gerichteter Beleuchtung	12
Bild 8 – Seitenansicht der Messanordnung bei Beleuchtung mit Ringlicht	13
Bild 9 – Seitenansicht auf die Messanordnung bei Beleuchtung mit konischem Licht.....	14
Bild 10 – Seitenansicht auf die Messanordnung bei Beleuchtung mit halbräumlichem Licht	15
Bild 11 – Halbräumliche Beleuchtung mit Glanzfalle (GT, en: gloss-trap) gegenüber der Empfängerneigung	16
Bild 12 – Normierte Beleuchtungsstärke am Messfleck	17
Bild 13 – Linien gleichen Farbunterschieds $\Delta u'$, $\Delta v'$	17
Bild 14 – Form des Messflecks auf dem Testobjekt, dargestellt für zwei Neigungswinkel des Empfängers	18
Bild 15 – Reflexionen von der ersten Oberfläche eines transparenten Mediums (Glas, Polarisator usw.), die sich den von der Anzeige modulierten Reflexionsanteilen überlagern.....	19
Bild 16 – Standard-Messpositionen in der Mitte eines jeden Rechtecks P_0 bis P_{24} – Höhe und Breite aller 25 Rechtecke entsprechen 20 % der Anzeighöhe bzw. -breite	20
Bild 17 – Beispiel für einen Standardaufbau zur Messung des Reflexionsgrades	28
Bild 18 – Beispiel der Ausrüstung zur Messung zeitlicher Änderungen	39
Bild 19 – Zusammenhang zwischen Ansteuersignal und optischer Antwort.....	41
Bild 20 – Frequenzgang des Integrators (Antwort des menschlichen visuellen Systems).....	42
Bild 21 – Beispiel für ein Leistungsspektrum	43
Bild 22 – Schachbrettmuster zur Messung von Leistungs- und Stromaufnahme	44
Bild 23 – Beispiel eines Blockdiagramms für die Messung von Strom- und Leistungsaufnahme einer Flüssigkristallanzeige	45
Bild A.1 – Koordinatensystem zur Messung der BRDF, Index „i“ für den Lichteinfall, Index „r“ für reflektiertes Licht	48
Bild A.2 – Begriffsdefinitionen für Lichtmessgeräte	49

Einleitung

Um eine brauchbare und einheitliche Beschreibung der Leistungsfähigkeit dieser Bauelemente zu erreichen, werden die Spezifikationen für üblicherweise anerkannt wichtige Parameter vervollständigt. Diese fallen in die folgenden Kategorien:

- a) allgemeine Typ-Spezifikation (z. B. Bildelement-Auflösung, Bild-Diagonale, Anordnung der Bildelemente);
- b) optische Spezifikation (z. B. Kontrastverhältnis, Ansprechzeit, Betrachtungsrichtung, Übersprechen usw.);
- c) elektrische Spezifikation (z. B. Leistungsaufnahme, EMV-Eigenschaften);
- d) mechanische Spezifikation (z. B. Modulgeometrie, Gewicht);
- e) Spezifikation der bestandenen Umgebungs-/Lebensdauerprüfungen;
- f) Spezifikation der Zuverlässigkeit und Gefährdung/Sicherheit.

In den meisten der oben genannten Fälle sind die Spezifikationen selbsterklärend. Bei manchen Spezifikationspunkten aber, vorzugsweise im Bereich der optischen und elektrischen Leistungsfähigkeit, kann der festgelegte Wert von den Messverfahren abhängen.

Es wird angenommen, dass alle Messungen durch Personen ausgeführt werden, die in allgemeiner Weise für radiometrische und elektrische Messungen ausgebildet sind, da es nicht der Zweck dieses Dokuments ist, eine detaillierte Darstellung üblicher Praxis in elektrischer und optischer Experimentalphysik zu geben. Außerdem wird vorausgesetzt, dass die gesamte Ausrüstung durch fachkundiges Personal entsprechend kalibriert ist und dass entsprechende Aufzeichnungen über Kalibration und Rückführbarkeit vorhanden und archiviert sind.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 61747 legt Details für Qualitätsbewertungen, Anforderungen an die Kontrolle, Auswahl von Abläufen, Anforderungen an die Abtastung und geforderte Test- und Messverfahren für die Bewertung von LCD-Modulen fest.

Dieser Teil von IEC 61747 ist begrenzt auf reflektive Flüssigkristall-Anzeigemodule (LCD-Module), die LCDs entweder in Segment-Layout-Ausführung, in Passiv- oder Aktiv-Matrix-Ausführung und in unbunter oder farbfähiger Ausführung enthalten (siehe Anmerkung). Darüber hinaus schließt dieses Dokument transflektive LCD-Module in der reflektiven Betriebsart (mit ausgeschalteter Hinterleuchtung) und reflektive LCD-Module ohne Vorderseiten-Beleuchtungseinrichtung ein. Reflektive LCD-Module in Kombination mit berührungsempfindlichen Bedienfeldern (touch-key panel) oder Vorderseiten-Beleuchtungseinrichtungen liegen nicht im Anwendungsbereich dieses Dokuments, da die erwähnten Komponenten oft zu ungenauen Messungen führen. Um solche Anzeige-Module in den Anwendungsbereich dieses Dokuments zu überführen, müssen diese Komponenten vor der Durchführung der Messungen entfernt werden.

ANMERKUNG Es werden verschiedenen Ansichten bezüglich der bevorzugten Terminologie von „monochrom“, „achromatisch“, „chromatisch“, „farbig“, „Echtfarbdarstellung“ usw. im Bereich der Spektroskopie, Physik, Farbwahrnehmungsforschung, unter Physikingenieuren und Elektroingenieuren angetroffen. Im Allgemeinen zeigen alle LCDs eine gewisse Art von Buntheit (z. B. als Funktion von Betrachtungsrichtung, Umgebungstemperatur oder extern einstellbaren Möglichkeiten). Bis zu einer detaillierten offiziellen Beschreibung des Themas wird das Präfix bezüglich der Farbwiedergabemöglichkeiten der Anzeige verwendet, um die von extern (und elektrisch) vom Anwender wählbaren Farbmöglichkeiten des Displays zu beschreiben. Dies führt auf die folgenden Definitionen (siehe auch [19]):

- a) Eine monochrome Anzeige hat keine durch den Anwender wählbare Farbe. Sie darf, muss aber nicht schwarz-weiß oder achromatisch (unbunt) sein.
- b) Eine farbfähige Anzeige hat mindestens zwei vom Anwender wählbare Farben. Eine Anzeige mit 64 Farben hat 64 wählbare Farben (oft realisiert durch 2 Bit je Primärfarbe) usw. Eine Echtfarben-Anzeige hat mindestens 6 Bit je Grundfarbe ($\geq$ als 260 000 Farbtöne).

Der Zweck dieses Dokuments ist, die vom jeweiligen Verfahren abhängigen Parameter anzugeben und die speziellen Verfahren und Bedingungen, die für die einheitliche numerische Festlegung angewendet werden, zu bestimmen.

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).

ISO 11664-2:2007, *Colorimetry – Part 2: CIE standards illuminants*

CIE 15.2, *CIE Recommendations on Colorimetry*

CIE 17.4, *International Lighting Vocabulary*

CIE 38, *Radiometric and photometric characteristics of materials and their measurement*

CIE 1931, *CIE XYZ colour space*

CIE 1976, *CIE LAB colour space*

3 Beleuchtung und Beleuchtungsgeometrie

3.1 Grundsätzliche Kommentare und Bemerkungen zur Messung von reflektiven LCDs

Reflektive LCDs nutzen das Umgebungslicht zur Darstellung von visueller Information; oft sind sie nicht mit eigenen integrierten Lichtquellen versehen. Es ist schwierig, Messungen mit der nötigen Aussagekraft der Ergebnisse und der notwendigen Reproduzierbarkeit durchzuführen, weil eine enge Kopplung zwischen der Beleuchtungseinrichtung, dem Lichtmessgerät und dem Testobjekt besteht. Diese Abhängigkeit der Ergebnisse von der apparativen Ausrüstung beruht auf der Tatsache, dass z. B. der Kontrast von reflektiven LCDs keine wesentliche Eigenschaft des Testobjekts selbst ist, sondern dass ein Kontrast nur unter speziellen, wohldefinierten Beleuchtungs- und Messbedingungen ermittelt werden kann [3]¹⁾, [4], [5], [6], [7], [8]...[.].

Dieser Abschnitt beschreibt beispielhaft eine Auswahl von unterschiedlichen Anordnungen, die sich als geeignet für die Messung und Beschreibung reflektiver LCDs in Abhängigkeit von der Betrachtungsrichtung (d. h. Sehrichtung = Messrichtung) erwiesen haben. Die Auswahl der hier beispielhaft aufgeführten Geometrien für die Beleuchtung des Testobjekts und für die Detektion des vom Testobjekt reflektierten Lichts stellt keine Beschränkung der Möglichkeiten dar. Ein Satz von Parametern wird zur detaillierten Festlegung der Bedingungen verwendet, die zur Messung der unten angeführten elektro-optischen Eigenschaften verwendet wurden.

3.2 Koordinatensystem zur Beschreibung der Betrachtungsrichtung

Die Betrachtungsrichtung ist diejenige Richtung, unter welcher der Betrachter einen bestimmten Punkt auf der Anzeige betrachtet. Während der Durchführung der Messung wird der Betrachter durch ein Lichtmessgerät ersetzt, das aus der gleichen Richtung auf den gleichen, genau festgelegten Punkt des Testobjekts schaut (als „Messfleck“ oder „Messfeld“ bezeichnet). Die Betrachtungsrichtung wird in geeigneter Weise durch zwei Winkel beschrieben: den Neigungswinkel θ (bezüglich der Flächennormalen des Testobjekts) und den Drehwinkel ϕ (auch als Azimutwinkel bezeichnet), wie in Bild 1 dargestellt. Der Azimutwinkel steht in folgenden Beziehungen zu den Richtungen auf dem Ziffernblatt einer Uhr: $\phi = 0^\circ$ entspricht der 3:00-Uhr-Richtung („rechts“), $\phi = 90^\circ$ der 12:00-Uhr-Richtung („oben“), $\phi = 180^\circ$ der 9:00-Uhr-Richtung („links“) und $\phi = 270^\circ$ der 6:00-Uhr-Richtung („unten“).

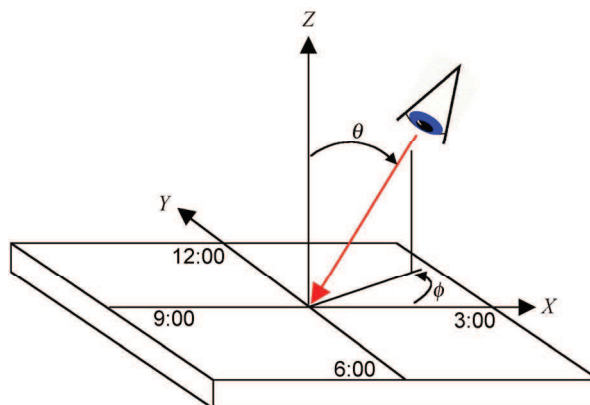


Bild 1 – Angabe der Betrachtungsrichtung (entspricht der Messrichtung) in Polarkoordinaten durch den Neigungswinkel θ und den Drehwinkel ϕ (Azimutwinkel), ϕ in einem polaren Koordinatensystem

¹⁾ Zahlen in eckigen Klammern beziehen sich auf die Literaturhinweise.

3.3 Grundlegende Beleuchtungsgeometrien

Typische Beleuchtungsgeometrien sind (nach CIE 38):

- gerichtete Beleuchtung

Ein kollimierter Strahl (mit einer maximalen Abweichung von $< 5^\circ$ von der optischen Achse) ist auf des Testobjekt gerichtet, die Beleuchtungsrichtung wird durch die Winkel θ und ϕ festgelegt. Intensitätsschwankungen über den Querschnitt des Strahls dürfen $\pm 5\%$ nicht überschreiten. Beliebige Lichtquellen liefern dann eine gerichtete Beleuchtung, wenn sie weit genug vom Testobjekt entfernt sind (z. B. Sonne, Mond). Bild 2 zeigt ein Beispiel für gerichtete Beleuchtung mit einer flachen scheibenförmigen Lichtquelle (Lambertstrahler) mit Radius r_s , die Entfernung zum Messfleck beträgt d , der Radius des Messflecks ist r_{ms} .

Die maximale Abweichung von der optischen Achse wird durch die Abmessungen von Messfleck und Lichtquelle bestimmt. Die maximale Abweichung von der optischen Achse ergibt sich aus der folgenden Gleichung (1):

$$\text{atan}([r_{ms} + r_s]/|d|) < 5^\circ \quad (1)$$

- konische (kegelförmige) Beleuchtung

Die Beleuchtung erfolgt aus einem ausgedehnten Raumwinkel Ω_{SC} , dessen Spitze im Mittelpunkt des Messflecks auf dem Testobjekt liegt. Die Änderung der Beleuchtungsstärke mit der Beleuchtungsrichtung innerhalb des Raumwinkels muss angegeben werden. Eine Empfehlung zur Messung dieser Änderung wird in Anhang A gegeben. Der Beleuchtungskegel selbst wird durch die Richtung der Kegelachse und durch den maximalen Winkel in Bezug auf die Kegelachse (d. h. Kegelwinkel) festgelegt.

- halbräumliche (hemisphärische) Beleuchtung

Die Beleuchtung erfolgt aus einem weit ausgedehnten Raumwinkel Ω_{SH} , dessen Spitze im Mittelpunkt des Messflecks auf dem Testobjekt liegt. Im strengen halbräumlichen (hemisphärischen) Fall erstreckt sich der Raumwinkel Ω_{SH} bis zu einem Neigungswinkel von 90° . Im Rahmen dieses Dokuments ist der Begriff „halbräumlich“ dann anwendbar, wenn die Beleuchtungsstärke bei einem Neigungswinkel von 60° nicht auf einen Wert kleiner als 50 % des Maximalwertes abgesunken ist. Innerhalb des Raumwinkels Ω_{SH} muss die Änderung der Beleuchtungsstärke mit der Einfallsrichtung spezifiziert werden. Eine Empfehlung zur Messung dieser Änderung wird in Anhang A gegeben.

Mischungen aus den drei grundlegenden Beleuchtungsgeometrien sowie Modifikationen sind zugelassen, solange die Bedingungen hinreichend genau festgelegt sind.

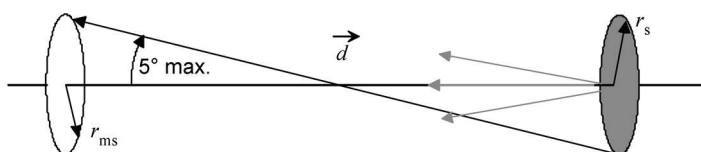


Bild 2 – Gerichtete Beleuchtung mit einer flachen Lichtquelle

3.4 Umsetzung der Beleuchtungsgeometrien

3.4.1 Allgemeines

Die drei grundlegenden Beleuchtungsgeometrien können so, wie in diesem Abschnitt dargestellt, realisiert werden. Die apparative Umsetzung ergibt die im Folgenden dargestellten vier beispielhaften Beleuchtungsgeometrien.

3.4.2 Gerichtete Beleuchtung

Die gerichtete Beleuchtung kann mit drei unterschiedlichen Lichtquellen realisiert werden, solange die Abmessungen der Lichtquelle gegen den Abstand zum Messfleck auf dem Testobjekt hinreichend klein bleiben. Die folgenden Geometrien sind in Bild 3 dargestellt:

- flache Lambertsche Lichtquelle wie z. B. die Austrittsöffnung einer Ulbrichtschen Kugel;
- kugelförmige isotrope Lichtquelle (z. B. Glühlampe innerhalb einer streuenden Glashohlkugel);
- Projektionssystem mit Linsen oder Spiegeln.

Bedingung:

$$\text{atan}([r_{ms} + r_s] / |d|) < 5^\circ \quad (2)$$

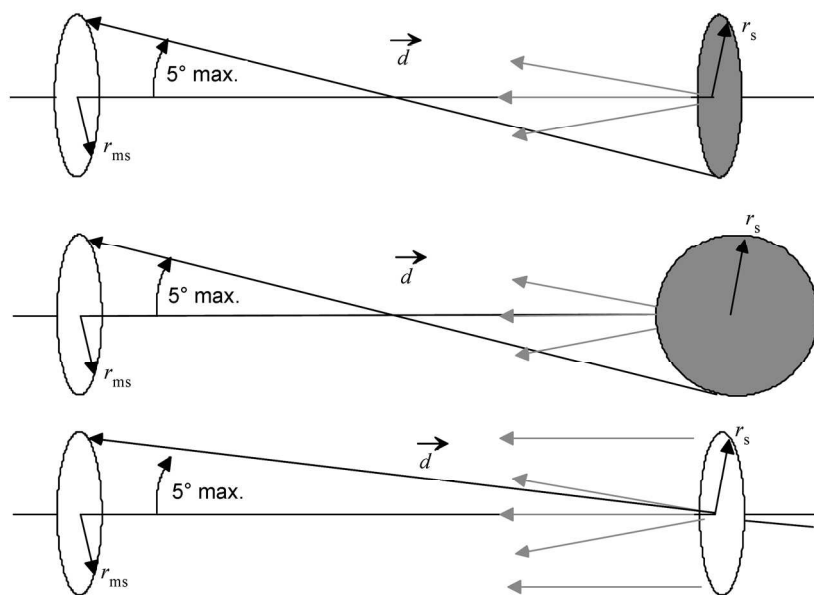


Bild 3 – Umsetzungsmöglichkeiten für gerichtete Beleuchtung

3.4.3 Beleuchtung mit Ringlicht

Eine ringförmige Beleuchtung kann wie folgt realisiert werden:

- durch eine ringförmige Leuchtstoffröhre (siehe Bild 4a);
- durch ein faseroptisches Ringlicht;
- durch eine Ulbrichtsche Kugel mit ringförmiger Austrittsöffnung (siehe Bild 4b);
- andere.

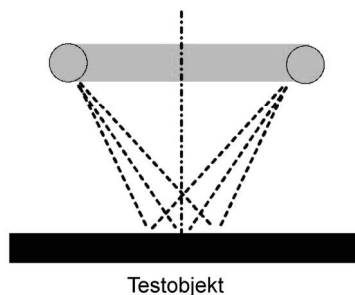


Bild 4a – ringförmige glimmende Leuchte

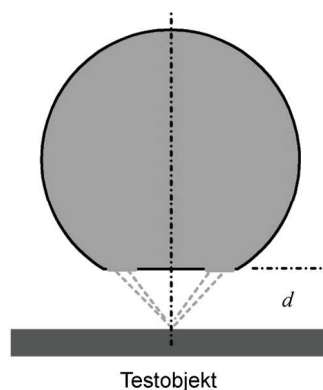


Bild 4b – Ulbrichtsche Kugel mit Ringspalt

ANMERKUNG Beleuchtung mit Ringlicht soll keine diffuse Beleuchtung darstellen. Sie stellt eine rotationssymmetrische direkte Beleuchtung zur Normalen der Anzeige am Messpunkt dar.

Bild 4 – Beispiele für eine Beleuchtung mit Ringlicht

3.4.4 Konische Beleuchtung

Eine konische Beleuchtung kann mit drei verschiedenen Geometrien realisiert werden:

- Die Austrittsöffnung einer Ulbrichtschen Kugel in einem bestimmten Abstand zum Messfleck erzeugt eine konische (kegelförmige) Beleuchtung mit konstanter Intensität über alle Einfallrichtungen (Bild 5b).
- Eine Halbkugelschale (reflektierender oder durchlässiger Kugelschalenabschnitt) erzeugt eine konische Beleuchtung (bis zu Neigungswinkeln von 80°), meist aber mit Änderungen der Intensität über den Neigungswinkel des Lichteinfalls (Bild 5a).
- Eine flache Lambertsche Lichtquelle, deren Ebene parallel ist zur Ebene des Testobjekts, erzeugt eine Beleuchtung im Messfleck, deren Intensität mit $\cos^4 \theta^{N1)}$ abfällt (θ ist der Neigungswinkel der Lichteinfallsrichtung).

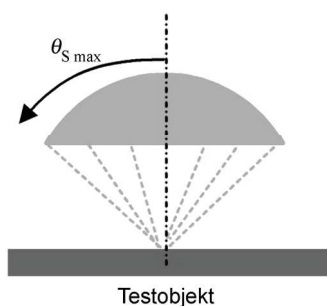


Bild 5a – Kugelschalenabschnitt

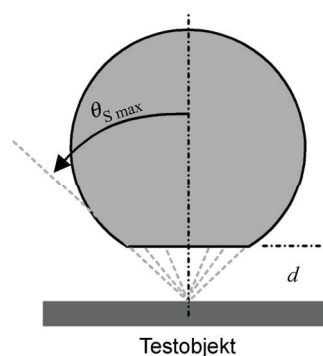


Bild 5b – Ulbrichtsche Kugel mit großer Austrittsöffnung

Bild 5 – Beispiele für die Realisierung der konischen Beleuchtung mit einem Kugelschalenabschnitt (Bild 5a) und mit einer Ulbrichtschen Kugel mit großer Austrittsöffnung (Bild 5b)

^{N1)} Nationale Fußnote: In IEC 61747-6-2:2011 falsch angegeben, richtig ist: $\cos \theta$.

3.4.5 Halbräumliche (hemisphärische) Beleuchtung

Eine gute Annäherung an die ideale halbräumliche Beleuchtung (d. h. konstante Beleuchtungsstärke aus allen Richtungen bis 90°) kann nur durch Ulbrichtsche Kugeln erreicht werden, deren Austrittsöffnung klein ist gegen den Durchmesser der Kugel. Die Austrittsöffnung muss direkt an dem Testobjekt anliegen, um eine gute halbräumliche Beleuchtung (bis zu Neigungswinkeln von 90°) sicherzustellen (Bild 6a).

Andere Annäherungen an die halbräumliche Beleuchtung werden erreicht durch:

- eine Streuhalbkuugel (en: diffusing hemisphere) mit streuenden, reflektiven Beschichtungen (Bild 6b);
- lichtdurchlässige streuende Kugeln und Kugelschalen.

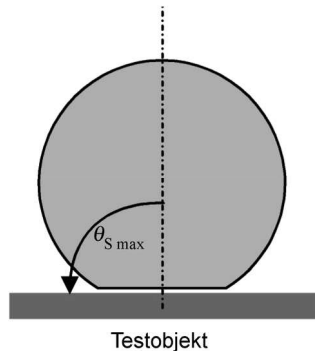


Bild 6a – Ulbrichtsche Kugel

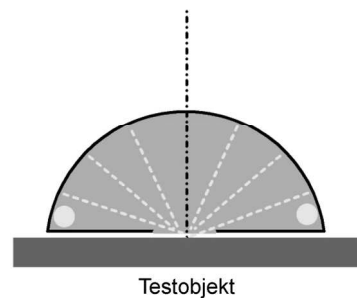


Bild 6b – Streuhalbkuugel

Bild 6 – Beispiele für halbräumliche Beleuchtungen

4 Standard-Messeinrichtung und -bedingungen

4.1 Lichtmessgeräte

Die Lichtmessgeräte, die zur Auswertung der reflektiven Eigenschaften von reflektiven LCDs eingesetzt werden, sollen nach folgenden Kriterien überprüft und bewertet werden:

- Empfindlichkeit der Messgröße bezüglich der Polarisation des Lichtes;
- Fehler durch diffuses und gerichtetes Streulicht (d. h. Streulicht im optischen System);
- Zeitsteuerung der Datenerfassung, Tiefpassfilterung und Aliasing-Fehler;
- Linearität von Detektion und Datenwandlung.

4.2 Platzierung und Ausrichtung

Das Lichtmessgerät muss bezüglich des Messflecks auf dem Testobjekt positioniert werden, um die Messrichtung (Betrachtungsrichtung) und den Abstand zum Messfleck auszurichten, damit ein Öffnungswinkel von kleiner als 5° sichergestellt wird. Eine derartige Ausrichtung kann mit einem (oft motorisierten) mechanischen System erreicht werden und alternativ mit geeigneten optischen Systemen (konoskopische optische Systeme), wie z. B. in [9] beschrieben.

4.3 Standard-Messanordnungen

4.3.1 Allgemeines

Die folgenden Standard-Messanordnungen sind eingeführt:

- a) gerichtete Beleuchtung;
- b) Beleuchtung mit Ringlicht;

- c) konische Beleuchtung;
- d) halbräumliche Beleuchtung.

Diese Anordnungen sind häufig im Einsatz, und ausgiebige Modellrechnungen bezüglich der Reproduzierbarkeit und Wiederholbarkeit der mit ihnen erzielten Ergebnisse wurden durchgeführt und veröffentlicht [15].

4.3.2 Gerichtete Beleuchtung

Dies ist eine Lichtquelle mit kleinem Durchmesser (im Vergleich zum Abstand zum Messfeld), die im Winkel θ_S zur Flächennormalen des Testobjekts relativ zur Oberflächennormalen des Testobjekts ausgerichtet wird. Die Lichtquelle beleuchtet den Messfleck auf dem Testobjekt aus einer Richtung und bildet so eine gerichtete Beleuchtung. Das Lichtmessgerät ist in der Lichteinfallsebene mit einem Neigungswinkel θ_R zur Flächennormale angeordnet. Der Messfleck auf dem Testobjekt wird durch das Flächenelement gebildet, das auf den Detektor des Lichtmessgerätes abgebildet wird.

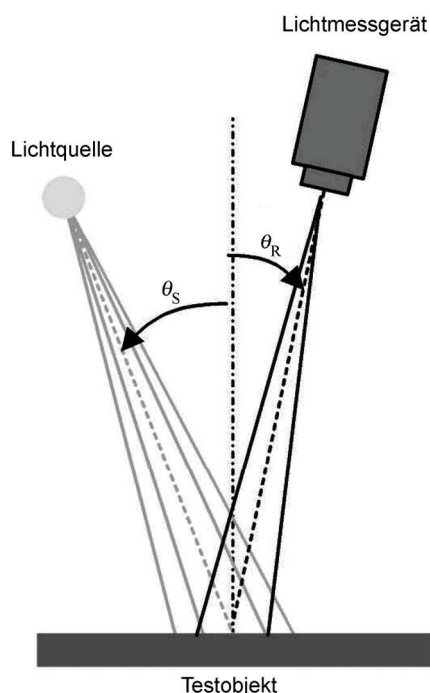


Bild 7a – gerichtete Beleuchtung – Seitenansicht

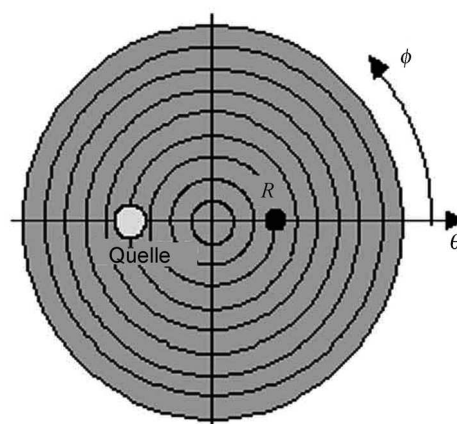


Bild 7b – gerichtete Beleuchtung – Draufsicht

Bild 7 – Seitenansicht der Messanordnung mit gerichteter Beleuchtung

Die Lichtquelle wie auch das Lichtmessgerät können beide über einen Bereich von Neigungswinkeln verstellt werden, aber das Lichtmessgerät muss innerhalb der Ebene des Lichteinfalls (d. h. $\phi_S = \phi_R + 180^\circ$) verbleiben. Die Ausrichtung muss mit einer Genauigkeit von $0,2^\circ$ realisiert werden, um eine gute Wiederholbarkeit sicherzustellen [15], [17].

Die Konfiguration wird in Bild 7a gezeigt mit seiner Darstellung in einem Polarkoordinatensystem (Bild 7b), in diesem Beispiel mit einem Neigungswinkel des Lichtmessgerätes $\theta_R = 30^\circ$ und einem Neigungswinkel der Quelle $\theta_S = 40^\circ$.

ANMERKUNG Als Standardbedingungen werden $\theta_S = 0^\circ$ und $\theta_R = 30^\circ$ empfohlen. Eine Ausrichtungsgenauigkeit von $\pm 0,4^\circ$ wird empfohlen, um einen Messfehler innerhalb von $\pm 5\%$ sicherzustellen [16].

4.3.3 Beleuchtung mit Ringlicht

Eine ringförmige Lichtquelle, die um die Oberflächennormale des Testobjekts durch den Messfleck zentriert ist, beleuchtet das Testobjekt unter einem Neigungswinkel von $\theta_S \pm \Delta$ über den gesamten Bereich von Drehwinkeln $\phi_S = 0^\circ$ bis 360° . Das Lichtmessgerät ist mit einem Neigungswinkel $\theta_R < \theta_S$ zur Flächennormale des Testobjekts ausgerichtet. Bild 8 zeigt eine Seitenansicht des Messanordnungs (Bild 8a) und seine Darstellung in einem Polarkoordinatensystem (Bild 8b), in diesem Beispiel mit einem Neigungswinkel des Lichtmessgerätes $\theta_R = 0^\circ$ und einem von der Lichtquelle überstrichenen Winkelbereich $\theta_S \pm \Delta = 35^\circ \pm 5^\circ$. Der Messfleck auf dem Testobjekt wird durch das Flächenelement bestimmt, das auf den Detektor des Lichtmessgerätes abgebildet wird.

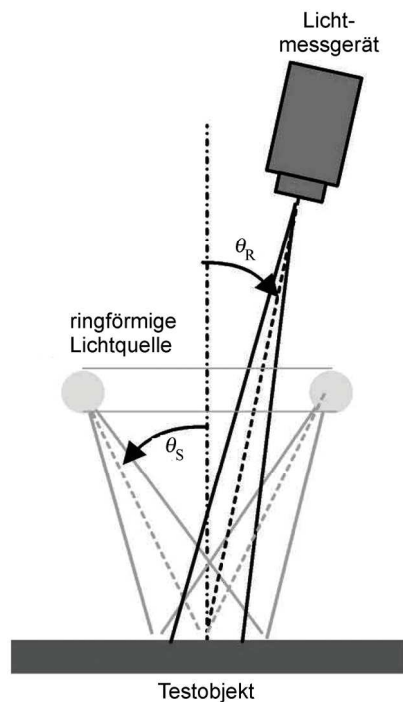


Bild 8a – Ring-Beleuchtung – Seitenansicht

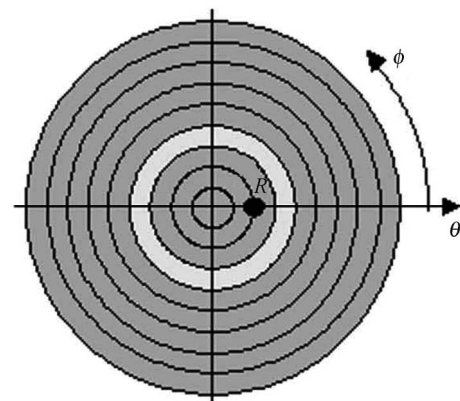


Bild 8b – Ring-Beleuchtung – Draufsicht

Bild 8 – Seitenansicht der Messanordnung bei Beleuchtung mit Ringlicht

Der Messfleck auf dem Testobjekt, wie er vom Lichtmessgerät „gesehen“ wird, muss von der beleuchteten Fläche umschlossen und innerhalb dieser zentriert sein sowie gleichmäßig beleuchtet werden. Die Breite des Ringlichts ist anzugeben. Die Genauigkeit der Ausrichtung von Lichtquelle und Lichtmessgerät soll innerhalb eines Toleranzbereiches von $\pm 3^\circ$ liegen [15], [17].

Diese Messanordnung kommt mit fixierter Lichtquelle zur Anwendung, wobei das Lichtmessgerät innerhalb der Öffnung des Ringlichts verstellt werden kann.

ANMERKUNG Als Standard-Bedingungen werden $\theta_R = 0^\circ$ und ein von der Lichtquelle überstrichener Winkelbereich $\theta_S \pm \Delta = (20 \pm 3)^\circ$ empfohlen. Eine Ausrichtungsgenauigkeit innerhalb von $\pm 0,7^\circ$ wird empfohlen, um einen Messfehler innerhalb von $\pm 5\%$ sicherzustellen [16].

4.3.4 Konische Beleuchtung

Eine Lichtquelle, die um die Oberflächennormale des Testobjekts durch den Messfleck zentriert ist, beleuchtet das Testobjekt über einem Neigungswinkelbereich von θ_S ($0^\circ < \theta_S < \theta_{S\text{max}}$)^{N2)} über den

^{N2)} Nationale Fußnote: In IEC 61747-6-2:2011 falsch angegeben, richtig ist: θ_S ($0^\circ < \theta_S < \theta_{S\text{max}}$).

gesamten Bereich von Drehwinkeln $\phi_S = 0^\circ$ bis 360° . Das Lichtmessgerät ist mit einem Neigungswinkel θ_R zur Flächennormale des Testobjekts ausgerichtet. Bild 9 zeigt eine Seitenansicht des Messanordnungs (Bild 9a) und seine Darstellung in einem Polarkoordinatensystem (Bild 9b), in diesem Beispiel mit einem Neigungswinkel des Lichtmessgerätes $\theta_R = 50^\circ$ und einem von der Lichtquelle überstrichenen Winkelbereich $2 \times \theta_{S-\max} = 120^\circ$ ^{N3)}. Der Messfleck auf dem Testobjekt wird durch das Flächenelement bestimmt, das auf den Detektor des Lichtmessgerätes abgebildet wird.

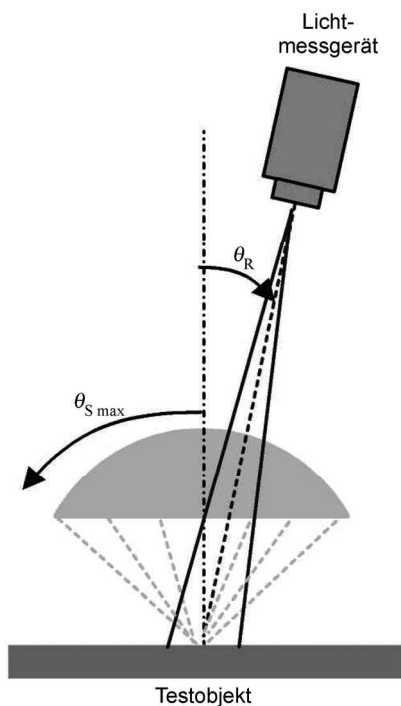


Bild 9a – konische Beleuchtung – Seitenansicht

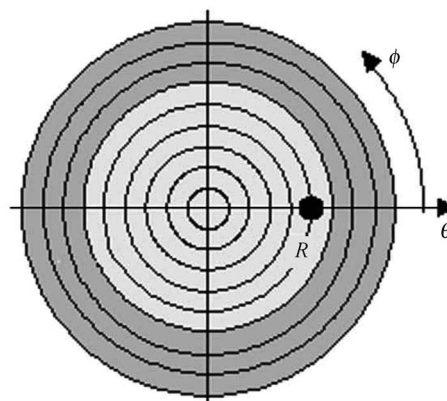


Bild 9b – konische Beleuchtung – Draufsicht

Bild 9 – Seitenansicht auf die Messanordnung bei Beleuchtung mit konischem Licht

Die Entfernung der Lichtquelle vom Messfleck sollte innerhalb von 5 mm genau sein, und die Richtung der Lichtquelle sollte auf 4° genau justiert sein. Das Lichtmessgerät sollte innerhalb von $0,5^\circ$ ausgerichtet sein. Es müssen Vorkehrungen getroffen sein, damit das Lichtmessgerät durch die Beleuchtungseinrichtung auf das Testobjekt „sehen“ kann (z. B. Schlitz, Blende). Die Einzelheiten dieser Vorkehrungen müssen genau spezifiziert werden [15], [17].

ANMERKUNG 1 Als Standard-Bedingungen werden $\theta_R = 0^\circ$ und ein von der Lichtquelle überstrichener Winkelbereich $2 \times \theta_{S-\max} = 90^\circ$ ^{N4)} empfohlen. Eine Ausrichtungsgenauigkeit von $\theta_{S-\max}$ ^{N5)} innerhalb von $\pm 1,5^\circ$ wird empfohlen, um einen Messfehler innerhalb von $\pm 5\%$ sicherzustellen [16].

ANMERKUNG 2 Wenn die Anzeige eine Eintrübung hat, sollte umsichtig vorgegangen werden, um den richtigen Winkel und die richtige Geometrie sicherzustellen und damit die Reproduzierbarkeit und Genauigkeit der Messung.

^{N3)} Nationale Fußnote: In IEC 61747-6-2:2011 falsch angegeben, richtig ist: $2 \times \theta_{S-\max} = 120^\circ$.

^{N4)} Nationale Fußnote: In IEC 61747-6-2:2011 falsch angegeben, richtig ist: $2 \times \theta_{S-\max} = 90^\circ$.

^{N5)} Nationale Fußnote: In IEC 61747-6-2:2011 falsch angegeben, richtig ist: $\theta_{S-\max}$.

4.3.5 Halbräumliche Beleuchtung

Eine Lichtquelle, die um die Oberflächennormale des Testobjekts durch den Messfleck zentriert ist, beleuchtet das Testobjekt über einem Neigungswinkelbereich $0^\circ \leq \theta_S \leq 90^\circ$ über den gesamten Bereich von Drehwinkeln $\phi_S = 0^\circ$ bis 360° . Das Lichtmessgerät ist mit einem Neigungswinkel $\theta_R < \theta_S$ zur Flächennormale des Testobjekts ausgerichtet.

Bild 10a zeigt eine Seitenansicht der Messanordnung und ihre Darstellung in einem Polarkoordinatensystem (Bild 10b), in diesem Beispiel mit einem Neigungswinkel des Lichtmessgerätes $\theta_R = 40^\circ$ und einem von der Lichtquelle überstrichenen Winkelbereich $2 \times \theta_{S-\max} = 140^\circ$ ^{N6)}. Der Messfleck auf dem Testobjekt wird durch das Flächenelement bestimmt, das auf den Detektor des Lichtmessgerätes abgebildet wird.

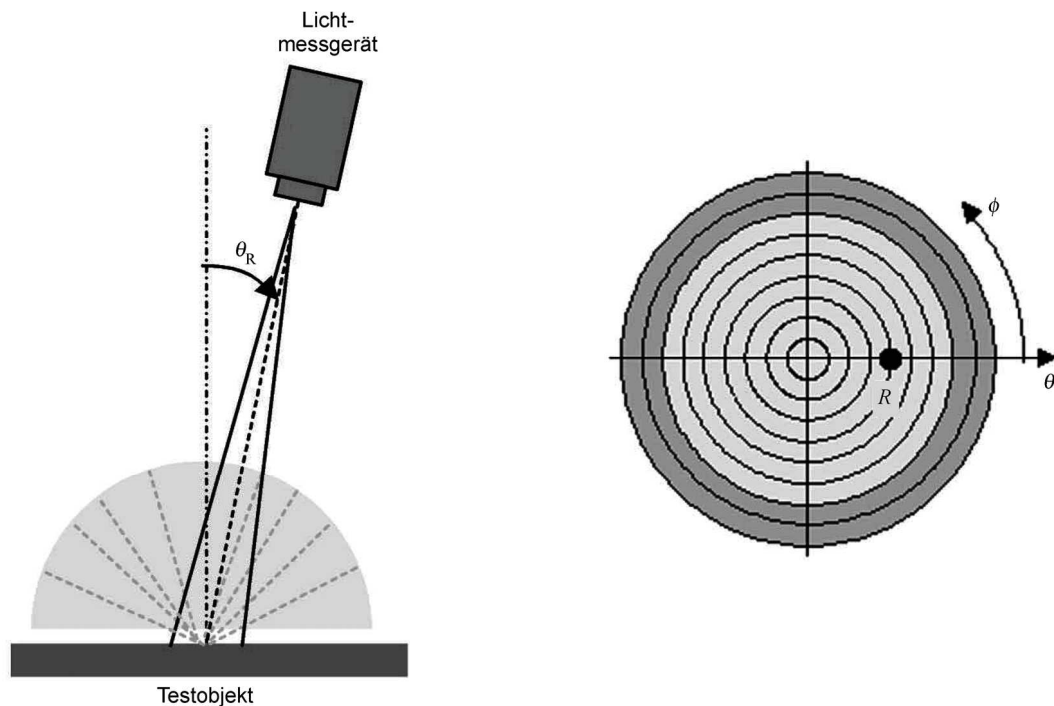


Bild 10a – halbräumliche Beleuchtung – Seitenansicht Bild 10b – halbräumliche Beleuchtung – Draufsicht

Bild 10 – Seitenansicht auf die Messanordnung bei Beleuchtung mit halbräumlichem Licht

Es müssen Vorkehrungen getroffen sein, damit das Lichtmessgerät durch die Beleuchtungseinrichtung auf das Testobjekt „sehen“ kann (z. B. Schlitz, Blend). Für die Wiederholbarkeit der Messungen ist eine Genauigkeit der Ausrichtung von $\pm 5^\circ$ erforderlich [15], [17].

ANMERKUNG Als Standard-Bedingungen werden $\theta_R = 0^\circ$ und ein von der Lichtquelle überstrichener Winkelbereich $2 \times \theta_{S-\max} = 180^\circ$ ^{N7)} empfohlen. Eine Ausrichtungsgenauigkeit von $\theta_{S-\max}$ ^{N8)} innerhalb von -6° bis 0° wird empfohlen, um einen Messfehler innerhalb von $\pm 5\%$ sicherzustellen [17].

^{N6)} Nationale Fußnote: In IEC 61747-6-2:2011 falsch angegeben, richtig ist: $2 \times \theta_{S-\max} = 140^\circ$.

^{N7)} Nationale Fußnote: In IEC 61747-6-2:2011 falsch angegeben, richtig ist: $2 \times \theta_{S-\max} = 180^\circ$.

^{N8)} Nationale Fußnote: In IEC 61747-6-2:2011 falsch angegeben, richtig ist: $\theta_{S-\max}$.