

DIN 5035-6

ICS 17.180.20; 91.160.10

Ersatz für
DIN 5035-6:1990-12**Beleuchtung mit künstlichem Licht –
Teil 6: Messung und Bewertung**

Artificial lighting –
Part 6: Measurement and evaluation
Éclairage par lumière artificielle –
Partie 6: Mesure et évaluation

Gesamtumfang 31 Seiten

Normenausschuss Lichttechnik (FNL) im DIN

Inhalt

Seite

Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Anforderungen an die zu verwendenden Messgeräte	7
4.1 Klasseneinteilung	7
4.2 Geräte zur Messung der Beleuchtungsstärke	8
4.2.1 Beleuchtungsstärkemessgerät (Luxmeter).....	8
4.2.2 Gerät zur Messung der zylindrischen Beleuchtungsstärke E_z	8
4.2.3 Gerät zur Messung der halbzyklindrischen Beleuchtungsstärke E_{hz}	9
4.3 Geräte zur Messung der Leuchtdichte L	10
4.3.1 Leuchtdichtemessgerät	10
4.3.2 Punktweise messendes Leuchtdichtemessgerät.....	10
4.3.3 Leuchtdichtemessgerät mit Messfeldwinkel größer 1°	10
4.3.4 Bildauflösendes Leuchtdichtemessgerät	10
4.4 Geräte zur Messung des Reflexionsgrades bei diffusem Lichteinfall ρ_{dif}	10
4.4.1 Gerät zur Messung des Reflexionsgrades ρ_{dif} nach DIN 5036-3.....	10
4.4.2 Näherungsverfahren zur Bestimmung des Reflexionsgrades ρ_{dif}	10
4.5 Geräte zur Messung der Versorgungsspannung	11
4.6 Geräte zur Messung der Temperatur	11
5 Vorbereitung der Messungen.....	11
5.1 Erfassung der zu dokumentierenden Daten	11
5.2 Erfassung der Daten der Beleuchtungsanlage.....	12
6 Durchführung der Messungen	12
6.1 Allgemeines.....	12
6.2 Ausschalten von Tageslicht	13
6.3 Versorgungsspannung und Umgebungstemperatur	13
6.4 Messraster	13
6.5 Messung der Beleuchtungsstärke	15
6.5.1 Allgemeines.....	15
6.5.2 Messung der horizontalen Beleuchtungsstärke E_h	16
6.5.3 Messung der vertikalen Beleuchtungsstärke E_v	16
6.5.4 Messung der Beleuchtungsstärke auf geneigten Ebenen E_α	16
6.5.5 Messung der zylindrischen Beleuchtungsstärke E_z	16
6.5.6 Messung der halbzyklindrischen Beleuchtungsstärke E_{hz}	17
6.6 Messung der Leuchtdichte L	17
6.6.1 Messung der Leuchtdichte von Bewertungsflächen	17
6.6.2 Messung der höchsten Leuchtdichte	17
6.6.3 Messung der mittleren Leuchtdichte von Leuchten	17
6.7 Messung und Bestimmung der Blendwirkung von Beleuchtungsanlagen	17
6.7.1 Messung des Abschirmwinkels α	17
6.7.2 Messung und Bestimmung der Blendwirkung von Beleuchtungsanlagen in Innenräumen nach dem UGR-Verfahren (DIN EN 12464-1)	18
6.7.3 Messung und Bestimmung der Blendwirkung von Beleuchtungsanlagen für Arbeitsstätten im Freien nach der GR-Methode (ISO/FDIS 8995-2:2005-09)	18
6.8 Messung und Bestimmung des Störlichtes von Außenbeleuchtungsanlagen (Lichtverschmutzung)	20
6.8.1 Messung der Beleuchtungsstärke zur Bestimmung der Lichtstärke von Störlichtquellen.....	20

6.8.2	Messung der Leuchtdichten von Gebäudeflächen und Schildern	20
6.9	Messung des Reflexionsgrades bei diffusem Lichteinfall ρ_{dif}	20
7	Auswertung und Darstellung	21
7.1	Raum- und Anlagedaten	21
7.2	Korrektur der Messwerte	23
7.3	Beleuchtungsstärke	24
7.3.1	Mittlere Beleuchtungsstärke $\bar{E}$	24
7.3.2	Gleichmäßigkeit g_1	25
7.3.3	Gleichmäßigkeit g_2	25
7.4	Reflexionsgrad ρ_{dif}	25
7.5	Leuchtdichte	25
7.6	Blendung	26
7.7	Lichtfarbe und Farbwiedergabeeigenschaften	27
8	Messung der Sicherheitsbeleuchtung	27
8.1	Spezielle Messgrößen	27
8.2	Vorbereitung der Messungen	27
8.3	Messungen	27
8.4	Prüfung weiterer Größen	28
9	Messung an Rettungszeichenleuchten und beleuchteten Rettungszeichen	28
9.1	Spezielle Messgrößen	28
9.2	Messung	29
10	Messbericht	29
11	Bewertung der Messergebnisse	29
	Literaturhinweise	30

Bilder

Bild 1	— Näherungsweise Bestimmung der zylindrischen Beleuchtungsstärke mithilfe von 4 vertikalen Beleuchtungsstärken	8
Bild 2	— Näherungsweise Bestimmung der halbzyklindrischen Beleuchtungsstärke mithilfe von 3 vertikalen Beleuchtungsstärken	9
Bild 3	— Messraster	14
Bild 4	— Grafische Ermittlung der Anzahl der Messfelder nach Gleichung (4) mit eingezeichnetem Beispiel	15
Bild 5	— Beispiele für Abschirmwinkel α	18
Bild 6	— Der Winkel zwischen der Blickrichtung des Beobachters und der Richtung des Lichteinfalls der einzelnen Leuchte	19
Bild 7	— Perspektivische Darstellung eines Büroraumes (Beispiel)	21
Bild 8	— Beispiel eines Messrasters von Bewertungsflächen eines Büroraumes nach Bild 7	22
Bild 9	— Perspektivische Darstellung einer Arbeitsstätte im Freien	22
Bild 10	— Beispiel eines Messrasters der Bewertungsfläche der Arbeitsstätte im Freien nach Bild 9	23
Bild 11	— Beispiel eines Leuchtdichtebildes, aufgenommen mit einem bildauflösenden Leuchtdichtemessgerät	26
Bild 12	— Beispiel für die Darstellung von Isoleuchtdichtelinien	26

Tabellen

Tabelle 1	— Fotometerklassen	7
Tabelle 2	— Exponent c für die Umrechnung auf die vereinbarte Betriebsspannung	24

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Arbeitskreis FNL/AK 4.6 „Messung und Bewertung“ des Arbeitsausschusses FNL 4 „Innenraumbeleuchtung mit künstlichem Licht“ im Normenausschuss Lichttechnik (FNL) im DIN erstellt.

DIN 5035 *Beleuchtung mit künstlichem Licht* besteht aus:

- *Teil 2: Richtwerte für Arbeitsstätten in Innenräumen und im Freien*
- *Teil 3: Beleuchtung im Gesundheitswesen*
- *Teil 4: Spezielle Empfehlungen für die Beleuchtung von Unterrichtsstätten*
- *Teil 6: Messung und Bewertung*
- *Teil 7: Beleuchtung von Räumen mit Bildschirmarbeitsplätzen*
- *Teil 8: Spezielle Anforderungen zur Einzelplatzbeleuchtung in Büroräumen und büroähnlichen Räumen*
- *Teil 8: Arbeitsplatzleuchten — Anforderungen, Empfehlungen und Prüfung (Entwurf)*

Zu der Normenreihe über Beleuchtung mit künstlichem Licht gehören die Normen DIN EN 12464-1, ISO/FDIS 8995-2 und DIN EN 12665.

Änderungen

Gegenüber DIN 5035-6:1990-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Überarbeitung der Norm sowie Anpassung an DIN EN 12464-1, DIN EN 12665, ISO/FDIS 8995-2,
- b) Einführung zusätzlicher neuer fotometrischer Messverfahren mit bildauflösenden Leuchtdichtemessgeräten,
- c) Verzicht auf besondere Festlegungen für die Messung und Bewertung der Operationsfeld-Beleuchtung, die in DIN EN 60601-2-41 „Besondere Festlegungen für die Sicherheit von Operationsleuchten und Untersuchungsleuchten“ ausführlich behandelt werden.

Frühere Ausgaben

DIN 5035-6: 1983:11, 1990-12

Einleitung

Die Güte der Beleuchtung wird u. a. durch lichttechnische Gütemerkmale beschrieben. Für die Messung der fotometrischen Größen, die zur Kennzeichnung der lichttechnischen Gütemerkmale erforderlich sind, ist es notwendig, einheitliche Mess- und Bewertungsverfahren festzulegen.

Diese Norm enthält Anforderungen an die Messgeräte, gibt praktische Hinweise und Festlegungen zu Vorbereitung und Durchführung der Messungen und beschreibt, wie die Messwerte der fotometrischen Größen ausgewertet und dargestellt werden.

Die Festlegungen der Norm werden z. B. benötigt bei:

- der Untersuchung des Ist-Zustandes einer Beleuchtungsanlage zum Zweck der Überprüfung der Einhaltung von Richtlinien, Vorschriften und Normen, um ggf. eine Wartung, Instandsetzung oder Änderung der Anlage zu veranlassen (siehe DIN 31051);
- einem Vergleich verschiedener Beleuchtungsanlagen, z. B. in Musteranlagen, zum Zweck der Auswahl lichttechnisch und wirtschaftlich zweckmäßiger Lösungen.

Grundsätzlich kann die Norm auch für einen Vergleich der Ergebnisse von Planung und Messung herangezogen werden. Dabei ist zu beachten, dass folgende Randbedingungen die Ergebnisse beeinflussen:

- Bewertungsraster der lichttechnischen Größen für Planung und Messung;
- Anordnung der Leuchten und Lage des Bewertungsrasters für Planung und Messung;
- Lichtstrom der Lampen: bei Gasentladungslampen unter Berücksichtigung der eingesetzten Vorschaltgeräte, bei Niedervolthalogenglühlampen unter Berücksichtigung der eingesetzten Transformatoren;
- Umgebungstemperatur der Leuchten: bei Leuchten mit Lampen, deren Lichtstrom von der Temperatur abhängt;
- weitere Bedingungen: z. B. Möblierung, Reflexionsgrad.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die Messung und Bewertung der künstlichen Beleuchtung von Innenräumen und der künstlichen Beleuchtung von Flächen im Freien. Diese Norm trifft auch Festlegungen zur Messung der Sicherheitsbeleuchtung als Teil der Notbeleuchtung (entsprechend DIN EN 1838) einschließlich der Rettungszeichenleuchten und beleuchteter Rettungszeichen sowie der maschinenintegrierten Beleuchtung (entsprechend DIN EN 1837). Sie trifft keine Festlegungen zur Messung von optischen Sicherheitsleitsystemen.

Für die Messung der Beleuchtung von Sportstätten gilt DIN EN 12193.

Für die Messung der Straßenbeleuchtung gilt DIN EN 13201-4.

Für die Messung und Bewertung der Operationsfeldbeleuchtung gilt DIN EN 60601-2-41 (VDE 0750-2-41).

Für die Messung und Bewertung des Tageslichtes gilt DIN 5034-5.

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).

DIN 4844-1, *Graphische Symbole - Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen — Teil 1: Gestaltungsgrundlagen für Sicherheitszeichen zur Anwendung in Arbeitsstätten und in öffentlichen Bereichen (ISO 3864-1:2002 modifiziert)*

DIN 5032-7, *Lichtmessung — Teil 7: Klasseneinteilung von Beleuchtungsstärke- und Leuchtdichtemessgeräten*

DIN 5034-5, *Tageslicht in Innenräumen — Messung*

DIN 5035-7, *Beleuchtung mit künstlichem Licht — Teil 7: Beleuchtung von Räumen mit Bildschirmarbeitsplätzen*

DIN 5035-8, *Beleuchtung mit künstlichem Licht — Teil 8: Spezielle Anforderungen zur Einzelplatzbeleuchtung in Büroräumen und büroähnlichen Räumen*

DIN 5036-3, *Strahlungsphysikalische und lichttechnische Eigenschaften von Materialien — Teil 3: Messverfahren für lichttechnische und spektrale strahlungsphysikalische Kennzahlen*

DIN 5340, *Begriffe der physiologischen Optik*

DIN EN 1837, *Sicherheit von Maschinen — Maschinenintegrierte Beleuchtung*

DIN EN 1838, *Angewandte Lichttechnik — Notbeleuchtung*

DIN EN 12193, *Licht und Beleuchtung — Sportstättenbeleuchtung*

DIN EN 12464-1:2003-03, *Licht und Beleuchtung — Beleuchtung von Arbeitsstätten — Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen*

DIN EN 12665, *Licht und Beleuchtung — Grundlegende Begriffe und Kriterien für die Festlegung von Anforderungen an die Beleuchtung*

DIN EN 13032-1, *Licht und Beleuchtung — Messung und Darstellung fotometrischer Daten von Lampen und Leuchten — Teil 1: Messung und Datenformat*

DIN EN 13032-2, *Licht und Beleuchtung — Messung und Darstellung fotometrischer Daten von Lampen und Leuchten — Teil 2: Darstellung der Daten für Arbeitsstätten in Innenräumen und im Freien*

DIN EN 13201-4, *Straßenbeleuchtung — Teil 4: Methoden zur Messung der Güte Merkmale von Straßenbeleuchtungsanlagen*

DIN EN 60051-1, *Direkt wirkende anzeigende elektrische Messgeräte und ihr Zubehör — Messgeräte mit Skalanzeige — Teil 1: Definitionen und allgemeine Anforderungen für alle Teile dieser Norm*

DIN EN 60601-2-41 (VDE 0750-2-41), *Medizinische elektrische Geräte — Teil 2-41: Besondere Festlegungen für die Sicherheit von Operationsleuchten und Untersuchungsleuchten (IEC 60601-2-41:2000)*

ISO/FDIS 8995-2:2005-09, *Lighting of work places — Part 2: Outdoor*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN 5035-7, DIN 5035-8, DIN 5340, DIN EN 1837, DIN EN 1838, DIN EN 12464-1, DIN EN 12665, ISO/FDIS 8995-2:2005-09 und der folgende Begriff.

3.1

Abschirmwinkel

Winkel zwischen der horizontalen Ebene und der Blickrichtung, unter der die leuchtenden Teile der Lampen in der Leuchte gerade sichtbar sind

[DIN EN 12464-1:2003-03]

4 Anforderungen an die zu verwendenden Messgeräte

4.1 Klasseneinteilung

Die Güte von Beleuchtungsstärke- und Leuchtdichtemessgeräten wird durch verschiedene Eigenschaften bestimmt. Sie wird durch die Kenngrößen der Eigenschaften beschrieben und durch nur einen Wert — die Klasse des Fotometers — ausgedrückt.

Für die jeweilige Klasse der Beleuchtungsstärke- und Leuchtdichtemessgeräte sind Grenzwerte der Kenngrößen festgelegt, die nicht überschritten werden dürfen (siehe DIN 5032-7 und DIN EN 13032-1).

Eine Zuordnung von Anwendungen zur Klasse der Fotometer enthält Tabelle 1.

Tabelle 1 — Fotometerklassen

Klasse	Güte	Anwendung
A	Hohe	Präzisionsmessungen
B	Mittlere	Betriebsmessungen
C	Geringe	Orientierende Messungen

ANMERKUNG Die Messgeräte sollten mindestens alle 2 Jahre kalibriert werden.

4.2 Geräte zur Messung der Beleuchtungsstärke

4.2.1 Beleuchtungsstärkemessgerät (Luxmeter)

Das Beleuchtungsstärkemessgerät muss eine Auflösung von mindestens 1/100 des zu messenden Wertes der Beleuchtungsstärke besitzen.

Der Durchmesser der Lichteintrittsfläche des Fotometerkopfes des Beleuchtungsstärkemessgerätes darf 30 mm nicht überschreiten und muss kleiner als der Rasterpunktabstand eines Messrasters sein. Der Durchmesser ist im Messbericht anzugeben.

Der Fotometerkopf sollte, entsprechend der Messaufgabe, horizontal, vertikal oder beliebig geneigt ausgerichtet werden können (z. B. Libelle, Neigungsskala, kardanische Aufhängung).

4.2.2 Gerät zur Messung der zylindrischen Beleuchtungsstärke E_z

Die Messung der zylindrischen Beleuchtungsstärke E_z kann direkt mit einem Beleuchtungsstärkemessgerät, das mit einem integrierenden Fotometerkopf zur Messung der zylindrischen Beleuchtungsstärke ausgestattet ist, durchgeführt werden.

An dieses Messgerät sind die gleichen Anforderungen zu stellen wie an ein Beleuchtungsstärkemessgerät nach 4.2.1.

Die zylindrische Beleuchtungsstärke E_z kann näherungsweise als mittlere vertikale Beleuchtungsstärke aus Messungen der vertikalen Beleuchtungsstärken E_{vi} bestimmt werden. Die Messungen erfolgen z. B. in den 4 Raumrichtungen wie in Bild 1 dargestellt. Daraus ergibt sich E_z nach Gleichung (1).

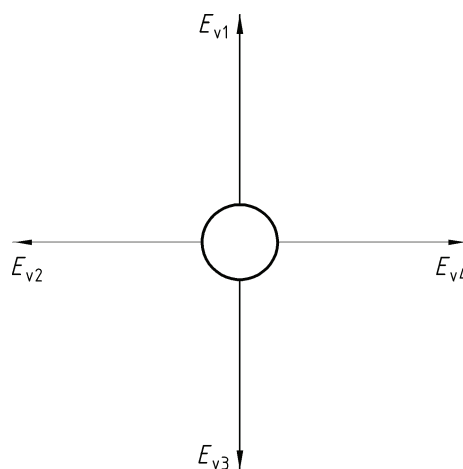


Bild 1 — Näherungsweise Bestimmung der zylindrischen Beleuchtungsstärke mithilfe von 4 vertikalen Beleuchtungsstärken

$$E_z \approx \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 E_{vi} \quad (1)$$

Dabei ist

E_z die zylindrische Beleuchtungsstärke, in lx;

E_{vi} die vertikale Beleuchtungsstärke in Richtung i, in lx.

ANMERKUNG Bei der näherungsweisen Bestimmung der zylindrischen Beleuchtungsstärke können, z. B. bei Beleuchtung durch einzelne Punktlichtquellen, große Abweichungen gegenüber integrierenden Fotometern auftreten.

4.2.3 Gerät zur Messung der halbzyklindrischen Beleuchtungsstärke E_{hz}

Die Messung der halbzyklindrischen Beleuchtungsstärke E_{hz} kann direkt mit einem Beleuchtungsstärkemessgerät, das mit einem Fotometerkopf zur Messung der halbzyklindrischen Beleuchtungsstärke ausgestattet ist, durchgeführt werden.

An dieses Messgerät sind die gleichen Anforderungen zu stellen wie an ein Beleuchtungsstärkemessgerät nach 4.2.1.

Die halbzyklindrische Beleuchtungsstärke E_{hz} kann näherungsweise als mittlere vertikale Beleuchtungsstärke aus Messungen der vertikalen Beleuchtungsstärken E_{vi} bestimmt werden. Die Messungen erfolgen z. B. in den 3 Raumrichtungen wie in Bild 2 dargestellt. Daraus ergibt sich E_{hz} nach Gleichung (2).

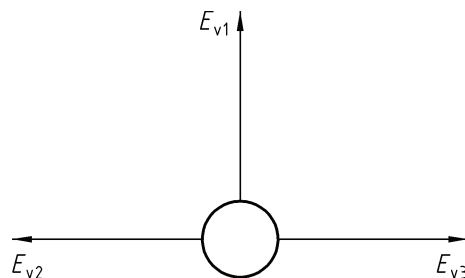


Bild 2 — Näherungsweise Bestimmung der halbzyklindrischen Beleuchtungsstärke mithilfe von 3 vertikalen Beleuchtungsstärken

$$E_{hz} \approx 0,5 E_{v1} + 0,25 (E_{v2} + E_{v3}) \quad (2)$$

Dabei ist

E_{hz} die halbzyklindrische Beleuchtungsstärke in Richtung E_{v1} , in lx;

E_{vi} die vertikale Beleuchtungsstärke in Richtung i, in lx.

ANMERKUNG Bei der näherungsweisen Bestimmung der halbzyklindrischen Beleuchtungsstärke können, z. B. bei Beleuchtung durch einzelne Punktlichtquellen, große Abweichungen gegenüber entsprechend integrierenden Fotometern auftreten.

4.3 Geräte zur Messung der Leuchtdichte L

4.3.1 Leuchtdichtemessgerät

Der gemessene Wert der Leuchtdichte L ist abhängig von der Größe des Messfeldes und dem Winkel, unter dem das Messfeld beobachtet wird (Beobachtungswinkel). Die Größe des Messfeldes ergibt sich aus dem Raumwinkel, unter dem das Messfeld gemessen wird (Messfeldwinkel) und dem Abstand des Fotometers vom Messfeld.

Das zu verwendende Leuchtdichtemessgerät muss eine Auflösung von mindestens 1/100 des zu messenden Wertes der Leuchtdichte besitzen.

Für die Bestimmung des Beobachtungswinkels, unter dem die Leuchtdichte L gemessen wird, ist das Leuchtdichtemessgerät mit Stativ und Winkelmesser zu verwenden.

4.3.2 Punktweise messendes Leuchtdichtemessgerät

Für punktweise Messungen der Leuchtdichte ist ein Leuchtdichtemessgerät entsprechend den Anforderungen nach 4.3.1 mit einem Messfeldwinkel kleiner oder gleich 1° zu verwenden.

4.3.3 Leuchtdichtemessgerät mit Messfeldwinkel größer 1°

Zur Messung der mittleren Leuchtdichte größerer Flächen kann ein Leuchtdichtemessgerät entsprechend den Anforderungen nach 4.3.1 mit Messfeldwinkeln größer 1° verwendet werden. Der Messfeldwinkel und der Abstand des Leuchtdichtemessgerätes vom Messfeld bestimmen die Messfeldgröße, für den der Mittelwert gilt.

4.3.4 Bildauflösendes Leuchtdichtemessgerät

Wird die Leuchtdichte mit einem bildauflösenden Leuchtdichtemessgerät gemessen, muss das Gerät die Anforderungen nach 4.3.1 erfüllen.

ANMERKUNG Bildauflösende Leuchtdichtemessgeräte realisieren eine Abbildung des Objektraumes in eine Bildebene und damit auch die Abbildungen von Richtungen im Raum auf Orte in der Bildebene. Mit bildauflösenden Leuchtdichtekameras können mit einer Messung eine Vielzahl von Punktleuchtdichten und somit Leuchtdichteverteilungen bzw. Leuchtdichtebilder und geometrische Parameter gemessen werden. Die mittlere Leuchtdichte wird aus den Punktleuchtdichten für relevante Flächen bestimmt.

4.4 Geräte zur Messung des Reflexionsgrades bei diffusem Lichteinfall ρ_{dif}

4.4.1 Gerät zur Messung des Reflexionsgrades ρ_{dif} nach DIN 5036-3

Ein Gerät zur Messung des Reflexionsgrades bei diffusem Lichteinfall ρ_{dif} muss den Anforderungen nach DIN 5036-3 entsprechen.

4.4.2 Näherungsverfahren zur Bestimmung des Reflexionsgrades ρ_{dif}

Zur näherungsweisen Bestimmung von ρ_{dif} gestreut reflektierender Oberflächen werden die Leuchtdichte L_F der zu bewertenden Fläche und die Leuchtdichte L_N eines am gleichen Ort und in gleicher Ebene angeordneten diffus reflektierenden Reflexionsnormals gemessen. ρ_{dif} wird näherungsweise berechnet nach: