

DIN EN 13201-3

ICS 93.080.40

Teilweiser Ersatz für
DIN 5044-1:1981-09,
DIN 5044-2:1982-08 und
DIN 67528:1993-12

**Straßenbeleuchtung –
Teil 3: Berechnung der Gütemerkmale;
Deutsche Fassung EN 13201-3:2003**

Road lighting –
Part 3: Calculation of performance;
German version EN 13201-3:2003

Eclairage public –
Partie 3: Calcul des performances;
Version allemande EN 13201-3:2003

Gesamtumfang 37 Seiten

Normenausschuss Lichttechnik (FNL) im DIN
Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Die Europäische Norm EN 13201-3:2003 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Die Europäische Norm EN 13201-3 ist in der gemeinsamen Arbeitsgruppe 5 des CEN/TC 169 „Licht und Beleuchtung“ und des CEN/TC 226 „Straßenausstattung“ ausgearbeitet worden. Für die deutsche Mitarbeit war der Arbeitsausschuss FNL 11 „Außenbeleuchtung“ im Normenausschuss Lichttechnik (FNL) verantwortlich.

Änderungen

Gegenüber DIN 5044-1:1981-09, DIN 5044-2:1982-08 und DIN 67528:1993-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Durch DIN EN 13201-2, DIN EN 13201-3 und DIN EN 13201-4 ersetzte Festlegungen aus DIN 5044-1, DIN 5044-2 und DIN 67528 vollständig überarbeitet und neu gegliedert.

Frühere Ausgaben

DIN 5044: 1955-05, 1963-08, 1970-07, 1975-06,

DIN 5044-1: 1981-09;

Beiblatt zu DIN 5044: 1962-09, 1972-04,

DIN 5044-2: 1982-08;

DIN 67528: 1976-05, 1993-12

Deutsche Fassung

Straßenbeleuchtung - Teil 3: Berechnung der Gütemerkmale

Road lighting - Part 3: Calculation of performance

Eclairage public - Partie 3: Calcul des performances

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 1. September 2003 angenommen.

Die CEN-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 Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, der Slowakei, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn und dem Vereinigten Königreich.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen.....	4
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen	5
3.1 Begriffe	5
3.2 Liste der Symbole und Abkürzungen	8
4 Mathematische Vereinbarungen	9
5 Photometrische Daten.....	9
5.1 Allgemeines.....	9
5.2 Die Lichtstärketabelle.....	9
5.3 Interpolation in der Lichtstärketabelle	11
5.3.1 Allgemeines.....	11
5.3.2 Lineare Interpolation	11
5.3.3 Quadratische Interpolation	12
5.3.4 Quadratische Interpolation im Bereich von $C = 0^\circ$, oder $\gamma = 0^\circ$ oder 180°	14
5.4 Die r -Tabelle	14
5.5 Interpolation in der r -Tabelle	15
6 Berechnung von $I(C, \gamma)$	16
6.1 Allgemeines.....	16
6.2 Mathematische Vereinbarungen bezüglich der auf der Straße zu messenden Entfernungen.....	16
6.3 Mathematische Vereinbarungen bezüglich der Drehungen.....	17
6.4 Berechnung von C und γ	18
7 Berechnung der photometrischen Größen	20
7.1 Leuchtdichte.....	20
7.1.1 Leuchtdichte an einem Punkt.....	20
7.1.2 Gesamtleuchtdichte an einem Punkt.....	20
7.1.3 Bewertungsfeld zur Berechnung von Leuchtdichten	20
7.1.4 Lage der Bewertungspunkte	21
7.1.5 Beobachterstandort.....	23
7.1.6 Bei der Bewertung zu berücksichtigende Leuchten.....	24
7.2 Beleuchtungsstärke	25
7.2.1 Allgemeines.....	25
7.2.2 Horizontale Beleuchtungsstärke an einem Punkt	25
7.2.3 Halbsphärische Beleuchtungsstärke an einem Punkt.....	26
7.2.4 Halbzylindrische Beleuchtungsstärke an einem Punkt.....	26
7.2.5 Vertikale Beleuchtungsstärke an einem Punkt.....	27
7.2.6 Gesamtbeleuchtungsstärke an einem Punkt.....	28
7.2.7 Bewertungsfeld zur Berechnung von Beleuchtungsstärken	28
7.2.8 Lage der Berechnungspunkte	29
7.2.9 Bei der Berechnung zu berücksichtigende Leuchten.....	30
7.2.10 Beleuchtungsstärke auf Flächen mit unregelmäßiger Form.....	30
8 Berechnung der Gütemerkmale	30
8.1 Allgemeines.....	30
8.2 Mittlere Leuchtdichte.....	30

	Seite
8.3 Gesamtgleichmäßigkeit	30
8.4 Längsgleichmäßigkeit.....	30
8.5 Schwellenwerterhöhung	31
8.6 Umgebungs-Beleuchtungsstärkeverhältnis	32
8.7 Beleuchtungsstärkegrößen	33
8.7.1 Allgemeines	33
8.7.2 Mittlere Beleuchtungsstärke	34
8.7.3 Minimum der Beleuchtungsstärke.....	34
8.7.4 Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke.....	34
9 Notwendige Daten	34
Literaturhinweise	35

Vorwort

Dieses Dokument (EN 13201-3:2003) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 169 „Licht und Beleuchtung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis spätestens Mai 2004, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis spätestens Mai 2004 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument wurde erarbeitet durch die gemeinsame Arbeitsgruppe des CEN/TC 169 „Licht und Beleuchtung“ und CEN/TC 226 „Straßenausstattung“, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Diese Norm beinhaltet ein Literaturverzeichnis.

Die Normenreihe EN 13201 „*Straßenbeleuchtung*“ besteht aus 3 Teilen. Diese Norm ist:

Teil 3: *Berechnung der Gütemerkmale*

Die anderen Teile der EN 13201 sind:

Teil 2: *Gütemerkmale*

Teil 4: *Methoden zur Messung der Gütemerkmale von Straßenbeleuchtungsanlagen.*

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Slowakei, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn und Vereinigtes Königreich.

Einleitung

Die in diesem Teil der Europäischen Norm beschriebenen Berechnungsmethoden ermöglichen die Berechnung der Gütemerkmale der Straßenbeleuchtung nach vereinbarten Verfahren, damit die Ergebnisse, die aus unterschiedlichen Quellen stammen, eine einheitliche Basis erhalten.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die Vereinbarungen und mathematischen Verfahren fest, die bei der Berechnung der lichttechnischen Gütemerkmale von Straßenbeleuchtungsanlagen zu verwenden sind, die nach EN 13201-2 ausgelegt wurden.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die

Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

prEN 13032-1, *Licht und Beleuchtung — Messung und Darstellung photometrischer Daten von Lampen und Leuchten — Teil 1: Messung und Datenformat*.

EN 13201-2, *Straßenbeleuchtung — Teil 2: Gütemerkmale*.

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Begriffe.

3.1 Begriffe

3.1.1

Ausstrahlungswinkel (eines Lichtstrahles) (γ)

Winkel zwischen der Lichtausstrahlungsrichtung und der ersten photometrischen Achse der Leuchte

ANMERKUNG 1 Einheit ° (Grad).

ANMERKUNG 2 Siehe Bild 1.

3.1.2

Azimut (eines Lichtstrahls) (C)

Winkel zwischen der vertikalen Halbebene, die die Lichtausstrahlungsrichtung enthält, und der Referenz-Halbebene, die die erste photometrische Achse der Leuchte in Messlage enthält

ANMERKUNG 1 Einheit ° (Grad).

ANMERKUNG 2 Siehe Bild 1.

3.1.3

Lichteinfallswinkel (eines Lichtstrahls an einem Punkt der Fahrbahnoberfläche) (ϑ)

Winkel zwischen dem Lichtstrahl und der Normalen der Fahrbahnoberfläche

ANMERKUNG 1 Einheit ° (Grad).

ANMERKUNG 2 Siehe Bild 4, Bild 13 und Bild 14.

3.1.4

Ablenkungswinkel (hinsichtlich des Leuchtdichtekoeffizienten) (β)

Komplementärwinkel zwischen der vertikalen Ebene, die durch die Leuchte und den betrachteten Punkt definiert wird, und der vertikalen Ebene, die durch den Beobachter und den betrachteten Punkt definiert wird

ANMERKUNG 1 Einheit ° (Grad).

ANMERKUNG 2 Siehe Bild 4.

3.1.5

Leuchtdichtekoeffizient (auf einem Element der Fahrbahnoberfläche, in vorgegebener Richtung, unter definierten Beleuchtungsbedingungen) (q)

Quotient zwischen der Leuchtdichte des Oberflächenelementes in vorgegebener Richtung und der Beleuchtungsstärke auf der Oberfläche

ANMERKUNG 1 Einheit sr^{-1}

ANMERKUNG 2 $q = \frac{L}{E}$ (1)

Dabei ist

q der Leuchtdichtekoeffizient in sr^{-1} ;

L die Leuchtdichte in cd/m^2 ;

E die Beleuchtungsstärke in lx .

3.1.6

reduzierter Leuchtdichtekoeffizient (für einen Punkt der Oberfläche) (r)

der mit der 3. Potenz des Kosinus' des Lichteinfallswinkels des Lichtes an dem Punkt multiplizierte Leuchtdichtekoeffizient

ANMERKUNG 1 Einheit sr^{-1}

ANMERKUNG 2 Dies kann durch die Gleichung: $r = q \cos^3 \varepsilon$ beschrieben werden, wobei (2)

q der Leuchtdichtekoeffizient in sr^{-1} ;

ε der Lichteinfallswinkel in Grad

ist.

ANMERKUNG 3 Der Beobachtungswinkel α (siehe Bild 4) beeinflusst den Wert von r . Für die Berechnungen zur Straßenbeleuchtung wurde dieser Winkel auf 1° festgelegt. r ist für Werte von α von $0,5^\circ$ bis $1,5^\circ$ näherungsweise konstant. Berechnungen der Leuchtdichte von Straßenoberflächen werden im Allgemeinen für diesen Winkelbereich durchgeführt.

3.1.7

Messlage (einer Leuchte) (θ_m)

Winkel zwischen der definiert vorgegebenen Achse und der Horizontalen, wenn die Leuchte für die Messung positioniert ist

ANMERKUNG 1 Einheit $^\circ$ (Grad).

ANMERKUNG 2 Siehe Bild 8.

ANMERKUNG 3 Die definiert vorgegebene Achse kann durch jedes Merkmal der Leuchte definiert werden, im Allgemeinen liegt diese jedoch bei seitlich montierten Leuchten in der Mündung der Leuchtenüberdachung in einer Linie mit der Achse der Muffenverbindung. Ein weiteres allgemein übliches Merkmal ist die Achse des Muffenverbindungseingangs.

3.1.8**Betriebsneigung (einer Leuchte) (θ_i)**

Winkel zwischen der definiert vorgegebenen Achse der für die Anwendung montierten Leuchte und der Horizontalen

ANMERKUNG 1 Einheit ° (Grad).

ANMERKUNG 2 Siehe Bild 1 und Bild 8.

ANMERKUNG 3 Die definiert vorgegebene Achse kann durch jedes Merkmal der Leuchte definiert werden, im Allgemeinen liegt diese jedoch bei seitlich montierten Leuchten in der Mündung der Leuchtenüberdachung in einer Linie mit der Achse der Muffenverbindung. Ein weiteres allgemein übliches Merkmal ist die Achse des Muffenverbindungseingangs.

3.1.9**Orientierungswinkel (einer Leuchte) (ν)**

Bei senkrecht stehender erster photometrischer Achse der Leuchte ist der Orientierungswinkel der Winkel, den eine gewählte Referenzrichtung mit der $C = 0^\circ$, $\gamma = 90^\circ$ -Messrichtung der Leuchte bildet

ANMERKUNG 1 Einheit ° (Grad).

ANMERKUNG 2 Bei einer geraden Straße ist die Längsrichtung die Referenzrichtung.

ANMERKUNG 3 Die Vereinbarungen sind in Bild 7 dargestellt.

3.1.10**Drehwinkel (einer Leuchte) (ψ)**

Winkel, den die erste photometrische Achse der Leuchte mit dem Fußpunkt der Leuchte bildet, wenn die Messlage null ist

ANMERKUNG 1 Einheit ° (Grad).

ANMERKUNG 2 Siehe Bild 7, in dem die Vereinbarungen dargestellt sind.

3.1.11**erste photometrische Achse (einer Leuchte, die im (C, γ) -Koordinatensystem gemessen wird)**

vertikale Achse durch den Lichtschwerpunkt der Leuchte in Messlage

ANMERKUNG 1 Die Pole des (C, γ) -Koordinatensystems liegen auf dieser Achse. Siehe Bild 1.

ANMERKUNG 2 Die Achse ist geneigt, wenn die Leuchte gegenüber der Messlage geneigt ist.

3.1.12**Längsrichtung**

zur Straßenachse parallel liegende Richtung

3.1.13**Querrichtung**

rechtwinklig zur Straßenachse liegende Richtung

ANMERKUNG In einer Kurve der Straße entspricht die Querrichtung dem Krümmungsradius am betrachteten Punkt der Straße.

3.1.14**Installationsazimut (hinsichtlich eines gegebenen Punktes der Straßenoberfläche und einer gegebenen Leuchte in Messlage) (φ)**

Winkel, der bei einer Leuchte in Messlage von einer gewählten Referenz-Richtung — bei einer geraden Straße die Längsrichtung — mit der vertikalen Ebene gebildet wird, die durch den gegebenen Punkt und die erste photometrische Achse der Leuchte definiert ist

ANMERKUNG 1 Einheit ° (Grad).

ANMERKUNG 2 Siehe Bild 4.

3.2 Liste der Symbole und Abkürzungen

Die in dieser Norm verwendeten Symbole und Abkürzungen sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1 — Symbole und Abkürzungen

Größe		
Symbol	Name oder Beschreibung	Einheit
C	Photometrischer Azimut (Bild 1)	° (Grad)
D	Abstand zwischen Berechnungspunkten in Längsrichtung	m
d	Abstand zwischen Berechnungspunkten in Querrichtung	m
E	Beleuchtungsstärke	lx
H	Lichtpunkthöhe	m
j, m	Zeilen- und Spaltennummern einer Tabelle	—
L	Leuchtdichte	cd/m ²
I	Lichtstärke pro Kilolumen	cd/klm
L_p	Gesamte Leuchtdichte am Punkt P	cd/m ²
MF	Produkt aus Lampenwartungsfaktor und Leuchtenwartungsfaktor	—
N	Anzahl der Punkte in Längsrichtung	—
n	Anzahl der bei der Berechnung berücksichtigten Leuchten	—
q	Leuchtdichtekoeffizient	sr ⁻¹
Q_0	Mittlerer Leuchtdichtekoeffizient	sr ⁻¹
r	Reduzierter Leuchtdichtekoeffizient	sr ⁻¹
S	Abstand zwischen den Leuchten	m
TI	Schwellenwerterhöhung	%
L_v	Äquivalente Schleierleuchtdichte	cd/m ²
W_L	Breite der Fahrspur	m
W_r	Breite der betrachteten Fläche	m
W_s	Breite eines Streifens	m
x	Abszisse im (x,y) Koordinatensystem (Bild 6)	m
y	Ordinate im (x,y) Koordinatensystem (Bild 6)	m
Φ	Lichtstrom einer oder mehrerer Lampen einer Leuchte	klm
α	Winkel zwischen einfallendem Lichtstrahl und der Normalen auf der ebenen Oberfläche des Halbzylinders, der bei der Messung der halbzyklindrischen Beleuchtungsstärke verwendet wird (Bild 13), oder der benannten vertikalen Ebene zur Messung der vertikalen Beleuchtungsstärke (Bild 14)	° (Grad)
β	Ausstrahlungswinkel (Bild 4)	° (Grad)
γ	Vertikaler photometrischer Winkel (Bild 1)	° (Grad)

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Größe		
δ	Aufneigung (Bild 8)	° (Grad)
ε	Lichteinfallswinkel (Bild 4)	° (Grad)
θ_t	Betriebsneigung (Bild 8)	° (Grad)
θ_m	Messlage (Bild 8)	° (Grad)
ν	Orientierung der Leuchte (Bild 7)	° (Grad)
σ	Beobachtungswinkel (Bild 4)	° (Grad)
φ	Installationsazimut (Bild 4)	° (Grad)
ψ	Drehwinkel der Leuchte (Bild 1)	° (Grad)

4 Mathematische Vereinbarungen

Es gelten folgende Grundvereinbarungen für die mathematischen Verfahren, die in dieser Norm beschrieben werden:

- Die Leuchte wird als punktförmige Lichtquelle betrachtet;
- Licht, das von der Umgebung reflektiert wird, und interreflektiertes Licht wird vernachlässigt;
- Abschattung des Lichtes der Leuchten durch Bäume oder andere Objekte wird vernachlässigt;
- die atmosphärische Absorption wird vernachlässigt;
- die Fahrbahnoberfläche ist eben und besitzt innerhalb der betrachteten Fläche einheitliche Reflexionseigenschaften.

5 Photometrische Daten

5.1 Allgemeines

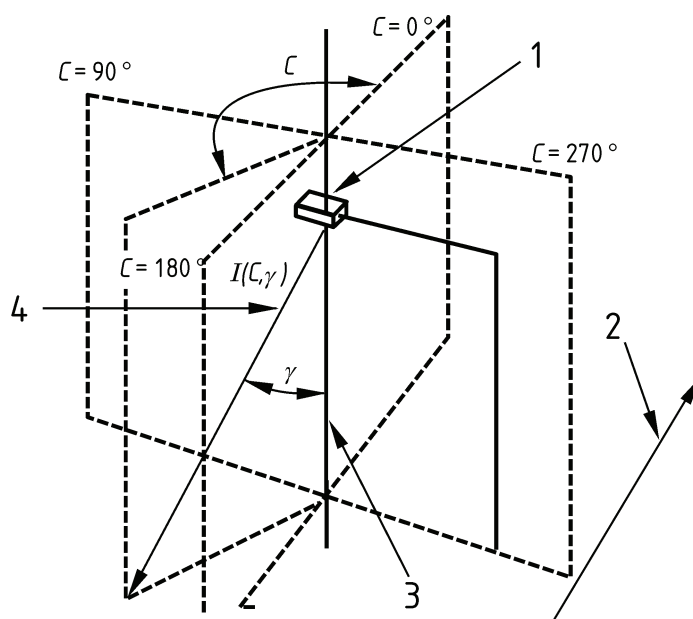
Die lichttechnischen Daten der Lichtverteilung der in den Beleuchtungsanlagen verwendeten Leuchten werden benötigt, um die Berechnungen der lichttechnischen Eigenschaften der Beleuchtung gemäß dieser Norm durchführen zu können. Diese Daten werden in Form einer Lichtstärketabelle (*I*-Tabelle), die die Verteilung der von der Leuchte in allen relevanten Richtungen ausgehenden Lichtstärke angibt, dargestellt. Wenn Leuchtdichteberechnungen vorzunehmen sind, sind die photometrischen Daten der Reflexionseigenschaften der Straßenoberfläche in Form einer *r*-Tabelle erforderlich.

Bei der Anwendung beider Tabellen werden Interpolationen benötigt, um Schätzwerte für Richtungen, die zwischen den tabellierten Winkeln liegen, zu ermöglichen.

5.2 Die Lichtstärketabelle

Für die Berechnungen, die in dieser Norm vorgenommen werden, ist eine in Übereinstimmung mit prEN 13032-2 angefertigte Lichtstärketabelle (*I*-Tabelle) erforderlich. Für Leuchten von Straßenbeleuchtungsanlagen wird das (*C, \gamma*)-Koordinatensystem, wie in Bild 1 dargestellt, verwendet, für Leuchten von Flutlichtanlagen kann das (*B, \beta*)-Koordinatensystem verwendet werden. In Bild 1 ist die Leuchte in der Betriebsneigung dargestellt.

Die Lichtstärke einer Leuchte mit allen Lichtquellen wird in Candela pro Kilolumen (cd/klm) angegeben.



Legende

- 1 Leuchte in Betriebsneigung
- 2 Längsrichtung
- 3 Erste photometrische Achse
- 4 Richtung der Lichtstärke

Bild 1 — Orientierungswinkel des (C,γ)-Koordinatensystems in Bezug auf die Längsrichtung der Fahrbahn

Die in dieser Norm festgelegten maximalen Winkelintervalle wurden ausgewählt, um eine akzeptable Interpolations-Genauigkeit bei der Anwendung der empfohlenen Interpolationsverfahren zu gewährleisten.

Im (C,γ)-Koordinatensystem müssen die unten angegebenen Winkelintervalle mit Lichtstärkewerten versehen werden.

Für alle Leuchten dürfen die Winkelintervalle in den vertikalen Ebenen von 0° bis 180° (γ) höchstens 2,5° betragen. Im Azimut müssen die Intervalle je nach der Symmetrie der Lichtverteilung der Leuchte wie folgt variiert werden:

- a) Leuchten ohne Symmetrie in Bezug auf die C = 0°-Ebene: Beginnend bei 0° und endend bei 355° dürfen die Intervalle höchstens 5° betragen, wenn die Leuchte sich in Messlage befindet.
- b) Leuchten mit Symmetrie in Bezug auf die C = 270°– 90°-Ebene: Beginnend bei 270° und endend bei 90° dürfen die Intervalle höchstens 5° betragen, wenn die Leuchte sich in Messlage befindet.
- c) Leuchten mit Symmetrie in Bezug auf die C = 270°– 90° und C = 0°– 180°-Ebene: Beginnend bei 0° und endend bei 90° dürfen die Intervalle höchstens 5° betragen, wenn die Leuchte sich in Messlage befindet.
- d) Leuchten mit in allen C-Ebenen gleicher Lichtverteilung: Es wird nur eine repräsentative Messreihe in einer Vertikalen (einer C-Ebene) benötigt.

ANMERKUNG Die Winkelabstände, die in der CIE-Publikation für I-Tabellen empfohlen werden, sind größer als die hier empfohlenen. Sie ergeben keine zufrieden stellende Genauigkeit für die Berechnungen der Beleuchtungsstärke.