

DIN EN 4731



ICS 29.140.99; 49.095

**Luft- und Raumfahrt –
Spektrale Qualität von LED-Leuchten zur Verwendung mit
langnachleuchtenden Markierungssystemen;
Deutsche und Englische Fassung EN 4731:2018**

Aerospace series –

Spectral quality of LED luminaires used with photoluminescent marking systems;
German and English version EN 4731:2018

Série aérospatiale –

Qualité spectrale des luminaires à diodes électroluminescentes appliquées aux systèmes de
marquage photoluminescents;
Version allemande et anglaise EN 4731:2018

Gesamtumfang 33 Seiten

DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL)



Nationales Vorwort

Der Verband der Europäischen Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie Normung (ASD-STAN) ist vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) für zuständig erklärt worden, Europäische Normen (EN) für das Gebiet der Luft- und Raumfahrt auszuarbeiten. Durch die Vereinbarung vom 3. Oktober 1986 wurde ASD Assoziierte Organisation (ASB) des CEN.

Das vorliegende Dokument (EN 4731:2018) wurde von ASD-STAN, Fachbereich Elektrotechnik, unter Mitwirkung deutscher Experten des DIN-Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL) erarbeitet.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 131-09-05 AA „Anzeigen, Projektion und Beleuchtung“ im DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL).

Entsprechend Beschluss 57/9 des Technischen Ausschusses des Beirats des DIN-Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL) sind die europäischen Luft- und Raumfahrt-Normungsergebnisse zweisprachig, in Deutsch und Englisch, in das Deutsche Normenwerk zu überführen. Aus diesem Grund wurde der Deutschen Fassung dieses Dokuments die Englische Fassung hinzugefügt.

Deutsche Fassung

**Luft- und Raumfahrt —
Spektrale Qualität von LED-Leuchten zur Verwendung mit
langnachleuchtenden Markierungssystemen**

Aerospace series —
Spectral quality of LED luminaires used with
photoluminescent marking systems

Série aérospatiale —
Qualité spectrale des luminaires à diodes
électroluminescentes appliquées aux systèmes de
marquage photoluminescents

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 20. November 2017 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 CEN-CENELEC-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, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe und Abkürzungen	5
4 Spektrale Qualität	8
Anhang A (informativ) Angenähertes Anregungsspektrum	10
A.1 Allgemeines	10
A.2 Angenähertes Anregungsspektrum $A\lambda(\lambda)$ für typische langnachleuchtende Pigmente auf Strontiumaluminatbasis	10
Anhang B (informativ) Beispiele für unterschiedliche Lichtspektren	11
B.1 Beispiele für einfarbige LED-Leuchten	11
B.2 Beispiel für eine mehrfarbige LED-Leuchte (weißes Primärleuchtmittel mit blauem Primärleuchtmittel gemischt)	12
B.3 Beispiel für eine mehrfarbige LED-Leuchte (alle RGBW-Primärleuchtmittel gemischt)	13
B.4 Beispiel für eine zweifarbige LED-Leuchte (weißes Primärleuchtmittel und bernsteinfarbenes Primärleuchtmittel gemischt)	14
B.5 Beispiel für eine zweifarbige LED-Leuchte (weißes Primärleuchtmittel und bernsteinfarbenes Primärleuchtmittel gemischt)	15

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 4731:2018) wurde vom Verband der Europäischen Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie – Normung (ASD-STAN) erstellt.

Nachdem Umfragen und Abstimmungen entsprechend den Regeln dieses Verbandes durchgeführt wurden, hat diese Norm die Zustimmung der nationalen Verbände und offiziellen Behörden der Mitgliedsländer der ASD erhalten, bevor sie CEN vorgelegt wurde.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis November 2018, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis November 2018 zurückgezogen werden.

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

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Langnachleuchtende Markierungssysteme werden weit verbreitet an Bord von Passagierflugzeugen eingesetzt, um zur visuellen Führung in Notfällen zu dienen. Diese Markierungssysteme müssen durch die Umgebungsbeleuchtung bei der Vorbereitung des Passagierraums und/oder während des Flugzeugbetriebs aufgeladen werden, damit diese betriebsfähig sind, wenn in einer beliebigen Phase des Flugs ein Notfall eintreten sollte.

Während die Zulassungsbestimmungen erfordern, dass langnachleuchtende Markierungssysteme allein durch die Innenbeleuchtung im Passagierraum ausreichend aufgeladen werden, d. h. ohne Berücksichtigung von Tageslicht, welches durch die Fenster in den Passagierraum tritt, werden nur bestimmte Anteile des sichtbaren Spektralbereichs der Passagierraumbeleuchtung von den langnachleuchtenden Pigmenten gespeichert und tragen somit zur Aufladung bei.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument definiert eine Maßzahl für die spektrale Qualität von LED-Leuchten in Bezug auf das Verhältnis zwischen der Menge des abgegebenen sichtbaren Lichts und dem für die Aufladung langnachleuchtender Produkte wirksamen Anteil dieses Spektrums.

Entspricht eine LED-Leuchte diesem Dokument stellt dies eine allgemeine Kompatibilität der Leuchte mit langnachleuchtenden Markierungssystemen sicher.

Dieses Dokument allein liefert kein Mittel zur Erfüllung jeglicher Anforderungen an die Lufttuchtigkeit.

Für spezifische Einbauten an Luftfahrzeugen sind die spektrale Leistungsverteilung und die Beleuchtungsstärke am Einbauort der langnachleuchtenden Markierungssysteme relevant.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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).

EN 4706, *Luft- und Raumfahrt — LED Farb- und Helligkeitsklassifizierung*^{N1)}

CIE 018.2:1983, *The basis of physical photometry*

3 Begriffe und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe und Abkürzungen.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>

— ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>

3.1

Leuchtdiode

LED

(en: light emitting diode)

Festkörperbauelement mit einem p-n-Übergang, welches eine optische Strahlung bei Anregung durch elektrischen Strom abgibt

3.2

einfarbige LED-Leuchte

Leuchte mit einer oder mehreren LEDs als Beleuchtungsquelle, wobei die Leuchte dazu ausgelegt ist, nur in einem einzigen Farbmodus zu funktionieren

^{N1)} Nationale Fußnote: Veröffentlicht als ASD-STAN prEN 4706 zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm (www.asd-stand.org). Eine Veröffentlichung als EN 4706 ist geplant.

3.3

mehrfarbige LED-Leuchte

Leuchte mit zwei oder mehr LEDs als Beleuchtungsquelle, wobei die LEDs mindestens zwei unterschiedlichen primären Wellenlängen entsprechen und die Leuchte dazu ausgelegt ist, in zwei oder mehr Farbmodi zu funktionieren, indem die Lichtleistung der unterschiedlichen Primärkörper unabhängig gesteuert wird

3.4

spektrale Bestrahlungsstärke

$E\lambda(\lambda)$

Funktion, welche die spektrale Bestrahlungsstärke $E\lambda$ einer Lichtquelle mit der Wellenlänge λ in Bezug stellt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Einheit der Funktion ist $[\text{W}/\text{m}^2/\text{nm}]$.

3.5

Funktion der photopischen Lichtstärke

$V(\lambda)$

Funktion, welche die durchschnittliche spektrale Empfindlichkeit der menschlichen Sehwahrnehmung der Helligkeit bei photopischen Beleuchtungsstufen mit der Wellenlänge λ in Bezug stellt

Anmerkung 1 zum Begriff: Herausgegeben von der Commission Internationale de L'Éclairage (CIE) in Nanometer-Schritten im Dokument CIE 018.2:1983.

3.6

photometrisch gewichtete spektrale Bestrahlungsstärke

$EV\lambda(\lambda)$

Funktion, welche dem Produkt aus der spektralen Bestrahlungsstärke $E\lambda(\lambda)$ und der Funktion der photopischen Lichtstärke $V(\lambda)$ entspricht und die photometrisch gewichtete spektrale Bestrahlungsstärke mit der Wellenlänge λ in Bezug stellt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Einheit der spektralen Bestrahlungsstärke ist $[\text{W}/\text{m}^2/\text{nm}]$.

3.7

photometrisch gewichtete Bestrahlungsstärke

EV

Integral der photometrisch gewichteten spektralen Bestrahlungsstärke $EV\lambda(\lambda)$ über den sichtbaren Anteil des Spektrums im Bereich von 360 nm bis 780 nm

Anmerkung 1 zum Begriff: $EV = \int_{\lambda=360 \text{ nm}}^{\lambda=780 \text{ nm}} EV\lambda(\lambda) \cdot d\lambda$

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Einheit der Funktion ist $[\text{W}/\text{m}^2]$.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die photometrisch gewichtete Bestrahlungsstärke EV ist proportional zur vom menschlichen Auge wahrgenommenen Helligkeit oder der mit einem Luxmeter ermittelten Messung. Der Bereich von 781 nm bis 830 nm wird aus Gründen der Vereinfachung vernachlässigt.

3.8

angenähertes Anregungsspektrum für typische langnachleuchtende Pigmente auf Strontiumaluminatbasis

$A\lambda(\lambda)$

lineare Funktion, welche eine Annäherung der spektralen Anregungsempfindlichkeit üblicher langnachleuchtender Pigmente auf Strontiumaluminatbasis (z. B. SrAl_2O_4) in Bezug zur Wellenlänge λ stellt

Anmerkung 1 zum Begriff: $A\lambda(\lambda) = -\frac{1}{130 \text{ nm}} \cdot \lambda + 3,769 \text{ 2}$ Dabei ist: λ ein Element aus $\{360 \text{ nm bis } 490 \text{ nm}\}$

Anmerkung 2 zum Begriff: Anhang A veranschaulicht das angenäherte Anregungsspektrum $A\lambda(\lambda)$.

3.9

angenäherte, gewichtete spektrale Anregungsintensität

$EA\lambda(\lambda)$

Funktion, welche dem Produkt aus der spektralen Bestrahlungsstärke $E\lambda(\lambda)$ und dem angenäherten Anregungsspektrum $A\lambda(\lambda)$ entspricht und welche die angenäherte, gewichtete spektrale Anregungsintensität mit der Wellenlänge λ in Bezug stellt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Einheit der Funktion ist $[\text{W}/\text{m}^2/\text{nm}]$.

3.10

angenäherte, gewichtete Anregungsintensität

EA

Integral der angenäherten, gewichteten spektralen Anregungsintensität $EA\lambda(\lambda)$ über dem Anteil des Spektrums, welches zur Aufladung beiträgt

Anmerkung 1 zum Begriff: $EA = \int_{\lambda=360 \text{ nm}}^{\lambda=490 \text{ nm}} EA\lambda(\lambda) \cdot d\lambda$

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Einheit der Funktion ist $[\text{W}/\text{m}^2]$.

3.11

Anregungskoeffizient

C_e

Quotient aus der Division der angenäherten, gewichteten Anregungsintensität EA durch die Summe der angenäherten, gewichteten Anregungsintensität und der photometrisch gewichteten Bestrahlungsstärke EV

Anmerkung 1 zum Begriff: $C_e = EA/(EA + EV)$ C_e ist ein Element von $\{0 \text{ bis } 1\}$

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Anregungskoeffizient zeigt die spektrale Qualität einer Lichtquelle in Bezug auf die Aufladung von Strontiumaluminatpigmenten relativ zur vom menschlichen Auge wahrgenommenen oder mit einem Luxmeter gemessenen Helligkeit an. Je größer der Wert von C_e , desto effektiver die Lichtquelle in Bezug auf die Aufladung langnachleuchtender Werkstoffe.

4 Spektrale Qualität

4.1 Verfahren zur Bestimmung von C_e für eine Leuchte

4.1.1 Einfarbige LED-Leuchten

Der Anregungskoeffizient C_e muss für eine einfarbige LED-Leuchte nach folgenden Schritten bestimmt werden:

- 1) Die spektrale Bestrahlungsstärke der Leuchte $E_\lambda(\lambda)$ wird in Schritten von einem Nanometer (1 nm) in einem stabilisierten Betriebszustand mit einem Spektrometer des Wellenlängenbereichs von 360 nm bis 780 nm und einer optischen Bandbreite von nicht mehr als 5 nm aufgezeichnet.
- 2) Die photometrisch gewichtete spektrale Bestrahlungsstärke $EV_\lambda(\lambda)$ wird durch Multiplikation der spektralen Bestrahlungsstärke $E_\lambda(\lambda)$ mit der Funktion der photopischen Lichtstärke $V(\lambda)$ in Nanometer-Schritten berechnet.
- 3) Die angenäherte, gewichtete spektrale Anregungsintensität $EA_\lambda(\lambda)$ wird durch Multiplikation der spektralen Bestrahlungsstärke $E_\lambda(\lambda)$ mit dem angenäherten Anregungsspektrum $A_\lambda(\lambda)$ in Nanometer-Schritten berechnet.
- 4) Die photometrisch gewichtete Bestrahlungsstärke EV wird im Bereich von 360 nm bis 780 nm berechnet.
- 5) Die angenäherte, gewichtete Anregungsintensität EA wird im Bereich von 360 nm bis 490 nm berechnet.
- 6) C_e wird durch Division der angenäherten, gewichteten Anregungsintensität EA durch die Summe von EA und der photometrisch gewichteten Bestrahlungsstärke EV berechnet.

4.1.2 Mehrfarbige LED-Leuchten

Der Anregungskoeffizient C_e muss für eine mehrfarbige LED-Leuchte nach folgenden Schritten bestimmt werden:

- 1) Die Parameter des Farbszenarios zur Aufladung der langnachleuchtenden Produkte werden definiert.
- 2) Die spektrale Bestrahlungsstärke der Leuchte $E_\lambda(\lambda)$ wird mit Einstellung der Leuchte auf das in Schritt 1 definierte Farbszenario in Schritten von einem Nanometer (1 nm) in einem stabilisiertem Betriebszustand mit einem Spektrometer des Wellenlängenbereichs von 360 nm bis 780 nm und einer optischen Bandbreite von nicht mehr als 5 nm aufgezeichnet.
- 3) Die photometrisch gewichtete spektrale Bestrahlungsstärke $EV_\lambda(\lambda)$ wird durch Multiplikation der spektralen Bestrahlungsstärke $E_\lambda(\lambda)$ mit der Funktion der photopischen Lichtstärke $V(\lambda)$ in Nanometer-Schritten berechnet.
- 4) Die angenäherte, gewichtete spektrale Anregungsintensität $EA_\lambda(\lambda)$ wird durch Multiplikation der spektralen Bestrahlungsstärke $E_\lambda(\lambda)$ mit dem angenäherten Anregungsspektrum $A_\lambda(\lambda)$ in Nanometer-Schritten berechnet.
- 5) Die photometrisch gewichtete Bestrahlungsstärke EV wird im Bereich von 360 nm bis 780 nm berechnet.
- 6) Die angenäherte, gewichtete Anregungsintensität EA wird im Bereich von 360 nm bis 490 nm berechnet.
- 7) C_e wird durch Division der angenäherten, gewichteten Anregungsintensität EA durch die Summe von EA und der photometrisch gewichteten Bestrahlungsstärke EV berechnet.