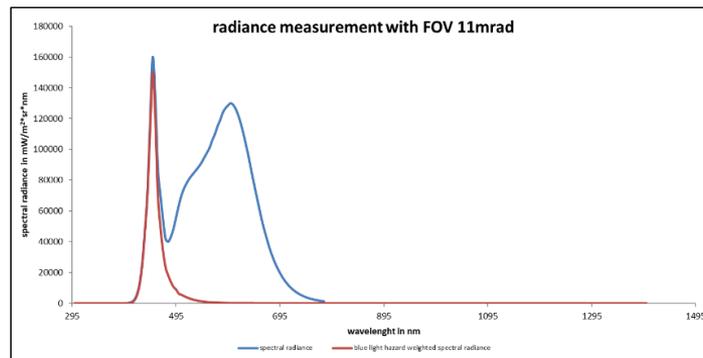


Photobiologische Sicherheit von Lichtquellen und Leuchten

Neue Norm IEC 62471-7

Stefan Schalling

Offenbach, 26.09.2023



Photobiologische Sicherheit von Lichtquellen und Leuchten

Aktuelle Normenlage



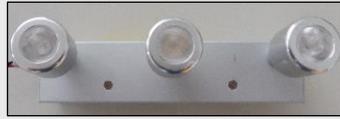
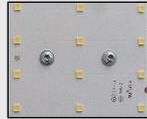
- IEC 62471: Photobiologische Sicherheit von Lampen und Lampensystemen
> Bietet ein Klassifizierungsschema mit Risikogruppen.
- IEC/TR 62778: Technischer Report zur Anwendung der IEC 62471 zur Beurteilung der Blaulichtgefahr von Lichtquellen und Leuchten mit optischer Strahlung im sichtbaren Bereich. Anleitung zur Bewertung der photobiologischen Sicherheit von Lichtquellen und Leuchten.
> Bewertung ebenfalls durch ein Klassifizierungsschema mit Risikogruppen. (WD 26.05.2023)
- Seit Februar 2023, IEC 62471-7
Photobiologische Sicherheit von Lampen und Lampensystemen
Teil 7: Lichtquellen und Leuchten, die hauptsächlich sichtbare Strahlung aussenden.
> Bietet ein anwendungsbezogenes Bewertungsschema.

Photobiologische Sicherheit von Lichtquellen und Leuchten



Anwendungsbereich der IEC 62471-7

- Die Bewertung der photobiologischen Sicherheit ist bei elektrischen Lichtquellen und Leuchten die Strahlung überwiegend im sichtbaren Spektralbereich (380 nm bis 780 nm) emittieren, und zur Beleuchtung von Räumen oder Gegenständen oder zu Signalisierung (z. B. Ampel) eingesetzt werden, anzuwenden.



Da elektrische Lichtquellen und Leuchten je nach Technologie auch Strahlung im ultravioletten- (UV) und infraroten- (IR) Bereich emittieren können, umfasst die photobiologische Sicherheitsbewertung dieser Norm die Beurteilung der Gefährdung in diesen Wellenlängenbereichen. Der zu bewertende Wellenlängenbereich liegt somit zwischen 200 nm bis 3000 nm.

- Die Norm gilt auch für Lichtquellen und Leuchten, die sichtbares Licht ausstrahlen, deren Hauptzweck jedoch nicht die Beleuchtung oder Signalisierung ist (z. B. Beleuchtung in Gewächshäusern) wenn es keine Einschränkung der Anwesenheit von Personen gibt.



Anwendungsbereich der IEC 62471-7

- Multifunktionsleuchten die gleichzeitig verschiedene Funktionen außer der Beleuchtung erfüllen und für die andere Normen gelten, müssen die Bestimmung dieser Norm für ihre Beleuchtungsfunktion erfüllen.
- Laserprodukte, insofern die Bedingungen der IEC 60825-1:2014, 4.4 erfüllt sind und sie zur Beleuchtung oder Signalisierung verwendet werden.
- Elektrische Lichtquellen und Leuchten, die vorwiegend Strahlung außerhalb des sichtbaren Spektralbereiches (380 nm – 780 nm) aussenden, **fallen nicht** unter den Anwendungsbereich dieser Norm. (Beispiel: UV-C Lampen, infrarot Quellen)



- Der Teil 7 ist dafür vorgesehen, von den entsprechenden Produktnormen von TC34 zur Bewertung der photobiologischen Sicherheit referenziert zu werden.

Photobiologische Sicherheit von Lichtquellen und Leuchten

Im Teil 7 behandelte Gefahren durch optische Strahlung (Tabelle 1)



Gefahren durch optische Strahlung	Betroffenes Gewebe	Gewichtungsfunktion	Wellenlängenbereich in nm	Bewertete Größe	Symbol für das Emissionsniveau	Einheit
Aktinisches UV	Haut und vorderes Gewebe des Auges	$S_{UV}(\lambda)$	200 - 400	Bestrahlungsstärke	E_S	$W * m^{-2}$
UV-A	Linse	N/A	315 - 400	Bestrahlungsstärke	E_{UV-A}	$W * m^{-2}$
Blaues Licht	Netzhaut	$B(\lambda)$	300 – 700	Strahldichte	L_B	$W * m^{-2} * sr^{-1}$
Blaues Licht, kleine Quelle	Netzhaut	$B(\lambda)$	380 – 700	Bestrahlungsstärke	E_B	$W * m^{-2}$
Thermische Netzhauabelastung	Netzhaut	$R(\lambda)$	380 – 1 400	Strahldichte	L_R	$W * m^{-2} * sr^{-1}$
Thermische Netzhauabelastung, schwach visuelle Reize	Netzhaut	$R(\lambda)$	780 – 1 400	Strahldichte	L_{IR}	$W * m^{-2} * sr^{-1}$
Infrarot	Vorderes Gewebe des Auges	N/A	780 – 3 000	Bestrahlungsstärke	E_{IR}	$W * m^{-2}$
Sichtbar und Infrarot	Haut	N/A	780 – 3 000	Bestrahlungsstärke	E_H	$W * m^{-2}$

Photobiologische Sicherheit von Lichtquellen und Leuchten

Gefährdung der Netzhaut durch blaues Licht (300-700 nm) BLH



Bewertung von Lichtquellen

- Lichtquellen sind nicht auf eine bestimmte Anwendung beschränkt. Es kann jedoch eine Bewertung durchgeführt werden, die eine Übertragung der Bewertung auf Leuchten zulässt. Dabei müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:
- Die Strahldichte Messung der Lichtquelle ist nach der in der IEC 62471 beschriebenen Methodik durchzuführen, wobei der Bewertungsabstand bei 200 mm liegt und das Bewertungsfeld (FOV) 1,7 mrad beträgt. Ferner muss die Lichtquelle bei der höchsten Leistung betrieben werden.
- Ausnahmen:
Elektrische Lampen werden als „Endprodukt“ betrachtet und können bei einem Abstand von 200 mm mit einem Sichtfeld von 11 mrad bewertet werden.
(z. B. LED-Retrofit Lampen)



Hinweis:

Sollten Lampen ohne zusätzliche Optik in einer Leuchte verwendet werden, so kann die Bewertung (200 mm Abstand, FVO 11 mrad) der Lampe auf die Leuchte übertragen werden.

Photobiologische Sicherheit von Lichtquellen und Leuchten

Gefährdung der Netzhaut durch blaues Licht (300-700 nm) BLH



Bewertung von Lichtquellen

- In den technischen Unterlagen der Lichtquelle (Datenblatt) muss der unter den vorseitig genannten Bedingungen gemessenen Strahldichtewert (L_B) oder die entsprechende Anwendungsgruppe für Leuchten gemäß Tabelle 2 angegeben sein.
- 
- A photograph of a white LED strip light with several yellow LEDs and a red label that says '3m x 1'.
- Der gemessene Strahldichtewert (L_B) dient hier als Grundlage für die Auswahl der Leuchten-Gruppe gemäß Tabelle 2.
 - Die Eignung einer Lichtquelle für den sicheren Einsatz in entsprechenden Anwendungen ist in der Normenreihe (IEC 60598) spezifiziert.

Photobiologische Sicherheit von Lichtquellen und Leuchten

Anwendungsgruppen der IEC62471-7 (Tabelle 2)



Anwendungsgruppe	Emissions-Grenzwert der Blaulicht-Strahl-dichte ^c L _B	Beurteilungs-entfernung ^b	Leuchtenanwendungsgruppen ^a
BLH-A	10.000 W / m ² * sr	200 mm	Netzsteckdosen Nachtlichter, tragbare Leuchten für Kinder, Leuchten, für medizinische Bereiche (ausgenommen Decken- und/oder Einbauleuchten)
		1000 mm	Signalleuchten, Verkehrsschilder, Notlicht-Sicherheitsleuchten, Lichtsignaleinrichtungen von Fahrzeugen und ihren Anhängern
BLH-B	100.000 W / m ² * sr	200 mm	Handleuchten, ortsveränderliche Leuchten, Tischleuchten, Lichterketten, Seillampen, Wandleuchten, Pendelleuchten für Büro und privaten Bereich, Aquarienleuchten, Leuchten für Schwimmbäder und ähnlichen Anwendungen, Innenbeleuchtung von Fahrzeugen (im Fahrgastraum installiert), Bodeneinbauleuchten (zugänglicher Bereich, siehe IEC 60598-2-13:2006, Anhang A und IEC 60598-2-13/AMD2:2016, Anhang A)
		1000 mm	Decken- und/oder Einbauleuchten, Shop-Beleuchtung, Leuchten für die Straßen- und Wegebeleuchtung, Up-Lighter, Flutlichter, Bodeneinbauleuchten (nicht zugängliche Bereiche, siehe IEC 60598-2-13:2006, Anhang A und IEC 60598-2-13:2006/AMD2:2016, Anhang A)

Photobiologische Sicherheit von Lichtquellen und Leuchten

Anwendungsgruppen der IEC62471-7 (Tabelle 2)



Anwendungsgruppe	Emissions-Grenzwert der Blaulicht-Strahl-dichte ^c L_B	Beurteilungs-ent-fernung ^b	Leuchtenanwendungsgruppen ^a
BLH-C^d	4000.000 W / m ² * sr Die thermischen Grenzwerte der Netzhaut sind zu berücksichtigen	1000 mm	Leuchten der Bühnenbeleuchtung, Fernseh- und Filmstudioleuchten, Straßenbeleuchtungseinrichtungen und Straßenprojektionseinrichtungen von Fahrzeugen
BLH-D^d	Wird der Emissionswert von 4000.000 W / m ² * sr überschritten	Es ist der thermische Grenzabstand (Rethina Thermal) zu bestimmen, bei dem mindestens der Emissionswert nach BLH-C eingehalten wird.	

^a Wenn das Endprodukt keiner Beschreibungen der Leuchtenanwendungsgruppe entspricht, kann das Flussdiagramm in Bild C.1 zur Bestimmung der Anwendungsgruppe angewendet werden.

^b Bei ortsfesten Leuchten kann der Beurteilungsabstand vergrößert werden, wenn dies für Anwendung der jeweiligen Leuchte angemessen ist. In solch einem Fall ist der Bewertungsabstand der Leuchte in der Montageanleitung anzugeben.

^c Erläuterungen zu den angegebenen Grenzwerten sind im Annex C zu finden.

^d Es sind die thermischen Grenzwerte der Netzhaut zu berücksichtigen.

Photobiologische Sicherheit von Lichtquellen und Leuchten

Gefährdung der Netzhaut durch blaues Licht (300-700 nm) BLH



Bewertung von Lichtquellen

▪ Beispiel 1: Bewertung eines LED-Modules

Die Messung eines LED-Modules mit einem FOV = 1,7 mrad bei einem Anstand von 200 mm ergibt einen blaulichtgewichteten Strahldichtewert $L_B = 8500 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{sr}$

Das LED-Modul kann gem. Tabelle 2 der Anwendungsgruppe BLH-A zugeordnet werden, da der gemessene Strahldichte Wert $< 10.000 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{sr}$ (Emissionsgrenzwert für BLH-A) beträgt.

Das LED-Modul kann in Leuchten der Anwendungsgruppen BLH-A, BLH-B und BLH-C ohne weitere Messung verwendet werden.

Angabe in Datenblatt des LED-Modules:

Strahldichtewert: $L_B = 8500 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{sr}$

Anwendungsgruppe: BLH-A, BLH-B, BLH-C



Photobiologische Sicherheit von Lichtquellen und Leuchten

Gefährdung der Netzhaut durch blaues Licht (300-700 nm) BLH



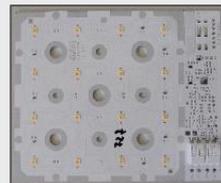
Bewertung von Lichtquellen

▪ Beispiel 2: Bewertung eines LED-Modules

Die Messung eines LED-Modules mit einem FOV = 1,7 mrad bei einem Anstand von 200 mm ergibt einen blaulichtgewichteten Strahldichtewert $L_B = 12.380 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{sr}$.

Das LED-Modul kann gem. Tabelle 2 der Anwendungsgruppe BLH-B zugeordnet werden, da der gemessene Strahldichtewert $L_B < 100.000 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{sr}$ (Emissionsgrenzwert für BLH-B) beträgt.

Angabe in Datenblatt des LED-Modules:
Strahldichtewert: $L_B = 12.380 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{sr}$
Anwendungsgruppe: BLH-B, BLH-C



Hinweis:

Sollte das LED-Modul in einer Leuchte der Anwendungsgruppe BLH-A verwendet werden, so ist eine Messung des Modules in der Leuchte erforderlich um festzustellen, ob dann das Kriterium für die Anwendungsgruppe BLH-A erfüllt ist.

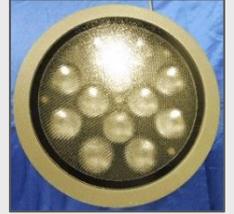
Photobiologische Sicherheit von Lichtquellen und Leuchten

Gefährdung der Netzhaut durch blaues Licht (300-700 nm) BLH



Bewertung von Leuchten

- Leuchten werden mit einem Sichtfeld (FOV) von 11mrad bei dem in Tabelle 2 der Norm angegebenen Abstand gemessen.
- Aufgrund der Messung wird die Leuchte einer Anwendungsgruppe (BLH-A, BLH-B, BLH-C) zugeordnet.
- Basierend auf den Expositionsgrenzwerten der ICNIRP sind die Emissionsgrenzwerte je Anwendungsgruppe als Grenzwert der Blaulicht-Strahldichtemission L_B festgelegt.
- Die gemessene Leuchte darf den Emissionswert der entsprechenden Anwendungsgruppe nicht überschreiten.



Photobiologische Sicherheit von Lichtquellen und Leuchten

Gefährdung der Netzhaut durch blaues Licht (300-700 nm) BLH



Bewertung von Leuchten

Beispiel: LED Straßenleuchte

Die Messung einer LED-Straßenleuchte mit einem Bewertungsfeld FOV = 11 mrad bei einem Abstand von 1000 mm ergibt einen blaulichtgewichteten Strahldichtewert $L_B = 11.500 \text{ W} / \text{m}^2 * \text{sr}$.

Aufgrund des Messergebnisses kann die LED-Leuchte gem. Tabelle 2 der Anwendungsgruppe BLH-B zugeordnet werden, da der gemessene Strahldichtewert $< 100.000 \text{ W} / \text{m}^2 * \text{sr}$ (Emissionsgrenzwert für BLH-B) beträgt.



Die Prüfung gilt als bestanden, da die Leuchte den für die „Leuchtenanwendungsgruppe“ in Tabelle 2 angegebenen Emissionsgrenzwert von $100.000 \text{ W} / \text{m}^2 * \text{sr}$ nicht überschreitet.

Photobiologische Sicherheit von Lichtquellen und Leuchten

Gefährdung der Netzhaut durch blaues Licht (300-700 nm) BLH



Bewertung von Leuchten

(Übertragen der Ergebnisse von Lichtquellen auf Leuchten)

- Lichtquellen die in der Anwendungsgruppe „BLH-A“ liegen, können in folgende Leuchtenanwendungsgruppen ohne zusätzlich Messung verwendet werden: BLH-A, BLH-B, BLH-C
- Lichtquellen die in der Anwendungsgruppe „BLH-B“ liegen, können in folgende Leuchtenanwendungsgruppen ohne zusätzlich Messung verwendet werden: BLH-B, BLH-C.
Eine Messung für die BLH-A Gruppe ist im finalen Produkt erforderlich.
- Lichtquellen die in der Anwendungsgruppe „BLH-C“ liegen, können in folgende Leuchtenanwendungsgruppen ohne zusätzlich Messung verwendet werden: BLH-C.
Eine Messung für die BLH-A, BLH-B Gruppe ist im finalen Produkt erforderlich.
- Lichtquellen, die in der „BLH-D“ Anwendungsgruppe liegen, müssen in der Leuchte gemessen werden um die Anwendungsgruppe oder einen geeigneten Bewertungsabstand zu spezifizieren.

Photobiologische Sicherheit von Lichtquellen und Leuchten

Thermische Gefährdung der Netzhaut (380-1400 nm) RTH



Bewertung der Lichtquellen

- Nur bei weißer Lichtquelle mit einer effektiven Blau-Lichtstrahldichte L_B von mehr als $100.000 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{sr}$ ist die thermische Gefährdung der Netzhaut zu berücksichtigen.
- Bei farbigen Lichtquellen ist die thermische Gefährdung der Netzhaut zu berücksichtigen, wenn die ungewichtete Strahldichte L_e größer als $280.000 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{sr}^{-1}$

Es gelten die folgenden Bewertungsanforderungen:

- Die thermisch wirksame Strahldichte L_R auf der Netzhaut durch die Lichtquelle muss, nach der in der IEC 62471-Reihe beschriebenen Methodik durchgeführt werden, und zwar bei einem Bewertungsfeld (FOV) von $1,7 \text{ mrad}$. Die Messblende muss kleiner sein als die Lichtaustrittsfläche der Lichtquelle. Die Lichtquelle muss mit der höchsten Lichtleistung betrieben und bewertet werden.

Wenn L_R der Lichtquelle kleiner als $280.000 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{sr}^{-1}$ beträgt, ist eine Bewertung der thermisch wirksamen Strahldichte der Leuchte nicht erforderlich.

Photobiologische Sicherheit von Lichtquellen und Leuchten

Thermische Gefährdung der Netzhaut (380 - 1400 nm) RTH



Bewertung der Leuchten

- Wenn die thermisch wirksame **Strahldichte** L_R auf der Netzhaut auf **Lichtquellenebene** den Wert von $280.000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$ übersteigt, muss eine Bewertung der Leuchte gemäß IEC 62471 in einem Abstand von 1000 mm vorgenommen werden.
Liegt die gemessene retinale thermisch Strahldichte L_R unter den relevanten Emissionsgrenzwerten, ist keine weitere Bewertung erforderlich.
Bei Überschreitung der Emissionsgrenzwerte in 1000 mm Entfernung ist die Beurteilungsentfernung zu messen oder zu berechnen, bei der die retinale thermisch Strahldichte L_R unter dem Emissionsgrenzwert liegt.
- In der Produktnorm muss berücksichtigt werden, wie der Benutzer oder der Installateur des Produkts informiert werden kann, wie ein Blick in kürzeren Abständen zu vermeiden ist.
- Wenn eine Messung der Leuchte erforderlich ist, muss sie mit einem Bewertungsfeld (FOV) von 11 mrad durchgeführt werden.

Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit!

Wir gestalten die e-diale Zukunft.
Machen Sie mit.

Ihr Ansprechpartner:

Stefan Schalling

Kategorie Licht, Consumer Electronics

Phone: +49 69 6308 647

Stefan.Schalling@vde.com

