

	DIN EN 62471 Beiblatt 1 (VDE 0837-471 Beiblatt 1)	
	Dies ist zugleich ein VDE-Beiblatt im Sinne von VDE 0022. Es ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	
ICS 29.140.01 Dieses Beiblatt enthält Informationen zu DIN EN 62471 (VDE 0837-471), jedoch keine zusätzlich genormten Festlegungen. Photobiologische Sicherheit von Lampen und Lampensystemen – Teil 2: Leitfaden für Herstelleranforderungen bezüglich der Strahlungssicherheit von optischen Quellen, die keine Laser sind (IEC/TR 62471-2:2009) Photobiological safety of lamps and lamp systems – Part 2: Guidance on manufacturing requirements relating to non-laser optical radiation safety (IEC/TR 62471-2:2009) Sécurité photobiologique des lampes et des appareils utilisant des lampes – Partie 2: Lignes directrices pour les exigences de fabrication concernant la sécurité des rayonnements optiques non laser (CEI/TR 62471-2:2009) Gesamtumfang 44 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Vorwort

Für dieses Beiblatt ist das nationale Arbeitsgremium GK 841 „Optische Strahlungssicherheit und Lasereinrichtungen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050-845	N1)	–
–	IEC 60417 N2)	–	–
EN 60432-1 + A1	IEC 60432-1 mod. + A1	DIN EN 60432-1 (VDE 0715-1)	VDE 0715-1
EN 60432-2 + A1	IEC 60432-2 mod. + A1 mod.	DIN EN 60432-2 (VDE 0715-2)	VDE 0715-2
EN 60432-3 + A1 + A2	IEC 60432-3 + A1 + A2	DIN EN 60432-3 (VDE 0715-11)	VDE 0715-11
EN 60825 (alle Teile)	IEC 60825 (alle Teile)	DIN EN 60825 (VDE 0837) (alle Teile)	VDE 0837 (alle Teile)
EN 60825-1	IEC 60825-1	DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1) + DIN EN 60825-1 Berichtigung 1 (VDE 0837-1 Berichtigung 1) + DIN EN 60825-1 Berichtigung 2 (VDE 0837-1 Berichtigung 2)	VDE 0837-1 + VDE 0837-1 Berichtigung 1 + VDE 0837-1 Berichtigung 2
EN 60825-2 + A1	IEC 60825-2 + A1	DIN EN 60825-2 (VDE 0837-2)	VDE 0837-2
EN 61195	IEC 61195	DIN EN 61195 (VDE 0715-8)	VDE 0715-8
EN 61199	IEC 61199	DIN EN 61199 (VDE 0715-9)	VDE 0715-9

N1) Nationale Fußnote: „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, im Rahmen der Datenbankanwendung DIN-TERM zu beziehen über Beuth Verlag.

N2) Nationale Fußnote: Grafische Symbole für Betriebsmittel.

Tabelle NA.1 (fortgesetzt)

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 62031:2008	IEC 62031:2008	DIN EN 62031 (VDE 0715-5):2009-01	VDE 0715-5
EN 62035:2000 + A1:2003	IEC 62035:1999 mod. + A1:2003 mod.	DIN EN 62035 (VDE 0715-10):2004-05	VDE 0715-10
EN 62471	IEC 62471 mod.	DIN EN 62471 (VDE 0837-471)	VDE 0837-471
EN ISO 15004-2:2007	ISO 15004-2:2007	DIN EN ISO 15004-2:2007	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60432-1 (VDE 0715-1), Glühlampen – Sicherheitsanforderungen – Teil 1: Glühlampen für den Hausgebrauch und ähnliche allgemeine Beleuchtungszwecke

DIN EN 60432-2 (VDE 0715-2), Glühlampen – Sicherheitsanforderungen – Teil 2: Halogen-Glühlampen für den Hausgebrauch und ähnliche allgemeine Beleuchtungszwecke

DIN EN 60432-3 (VDE 0715-11), Glühlampen – Sicherheitsanforderungen – Teil 3: Halogen-Glühlampen (Fahrzeughlampen ausgenommen)

DIN EN 60825 (VDE 0837) (alle Teile), Sicherheit von Lasereinrichtungen

DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1), Sicherheit von Lasereinrichtungen – Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen

DIN EN 60825-1 Berichtigung 1 (VDE 0837-1 Berichtigung 1), Sicherheit von Lasereinrichtungen – Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen, Berichtigung zu DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1):2008-05

DIN EN 60825-1 Berichtigung 2 (VDE 0837-1 Berichtigung 2), Sicherheit von Lasereinrichtungen – Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen, Berichtigung zu DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1):2008-05

DIN EN 60825-2 (VDE 0837-2), Sicherheit von Laser-Einrichtungen – Teil 2: Sicherheit von Lichtwellenleiter-Kommunikationssystemen (LWLKS)

DIN EN 61195 (VDE 0715-8), Zweiseitig gesockelte Leuchtstofflampen – Sicherheitsanforderungen

DIN EN 61199 (VDE 0715-9), Einseitig gesockelte Leuchtstofflampen – Sicherheitsanforderungen

DIN EN 62031 (VDE 0715-5):2009-01, LED-Module für Allgemeinbeleuchtung – Sicherheitsanforderungen (IEC 62031:2008); Deutsche Fassung EN 62031:2008

DIN EN 62035 (VDE 0715-10):2004-05, Entladungslampen (ausgenommen Leuchtstofflampen) Sicherheitsanforderungen (IEC 62035:1999, modifiziert + A1:2003, modifiziert); Deutsche Fassung EN 62035:2000 + A1:2003

DIN EN 62471 (VDE 0837-471), Photobiologische Sicherheit von Lampen und Lampensystemen

DIN EN ISO 15004-2:2007, Ophthalmische Instrumente – Grundlegende Anforderungen und Prüfverfahren – Teil 2: Schutz gegen Gefährdung durch Licht (ISO 15004-2:2007); Deutsche Fassung EN ISO 15004-2:2007

Inhalt

	Seite
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Risikogruppen für Bewertungen der optischen Strahlungssicherheit	9
4.1 Grundlage für die Klassifizierung der optischen Strahlungssicherheit	9
4.2 Bewertungskriterien	10
4.3 Anwendungsbezogene Themen	10
5 Leitfäden für Hersteller von Lampen und Lampensystemen zur Anwendung von IEC 62471	11
5.1 Grenzwerte	11
5.2 Leitfäden für Hersteller von Lampen und LED	12
5.3 Richtlinien für Hersteller von Lampensystemen/Leuchten	13
5.4 Kennzeichnung	15
5.5 Weitere Informationspflichten	16
6 Zuordnung von Sicherheitsmaßnahmen	18
6.1 Allgemeines	18
6.2 Maximal akzeptables, auf den Betrachter bezogenes Risiko	18
Anhang A (informativ) Strahldichte und Augengefährdung durch ausgedehnte Quellen	21
Anhang B (informativ) Ermittlung von Gefährdungsabständen	27
Anhang C (informativ) Quellen der Allgemeinbeleuchtung	36
Anhang D (informativ) Lampen und Lampensysteme mit integrierten, beigefügten Strahlformenden oder Projektionsoptiken	40
Literaturhinweise	44
Bilder	
Bild 1 – Beispiel für eine grafische Darstellung des abstandsabhängigen Gefahrenwerts der optischen Strahlung	15
Bild 2 – Beispiel für die Sicherheitskennzeichnung einer Lampe, die in mehreren gefährdungsbezogenen Spektralbereichen abstrahlt	17
Bild A.1 – Erhaltung der Strahldichte bei verschiedenen Abständen von einer ausgedehnten Quelle	22
Bild A.2 – Übliche Messanordnung zur Bestimmung der Strahldichte und der zeitlich integrierten Strahldichte	23
Bild A.3 – Quellengrößen	24
Bild A.4 – $B(\lambda)$ -gewichtete Strahldichteverteilung einer modernen „pc-weißen“ LED-Komponente	25
Bild B.1 – Beziehung zwischen Strahldichte L und Bestrahlungsstärke E für verschiedene Werte von Quelldurchmessern und Abständen (normiert)	28
Bild B.2 – Vergrößerter Lichtbogen bei direktem Blick in einen Scheinwerfer	29
Bild B.3 – In Abhängigkeit vom individuellen Halbwertswinkel der räumlichen Intensitätsverteilung θ berechnete „Flash“-Distanz von LED	30
Bild B.4 – Sichere Benutzungsbedingungen für den Beispielstrahler bezüglich der Gefährdung durch aktinisches UV	32

Bild B.5 – Abstandsabhängige (spektral gewichtete) Grenzwerte für die räumlich gemessenen Strahldichten einer Halogenlampe von 7 mm Quellengröße in der Freien Gruppe	34
Bild C.1 – Zu erwartende Messwerte für die räumlich gemittelte Strahldichte	37
Bild C.2 – Beziehung zwischen dem Abstand, bei dem die Beleuchtungsstärke 500 Lux beträgt, und der Leuchtdichte (in cd/m^2) für verschiedene Quelldurchmesser D	38
Bild D.1 – Ultraviolett- und Infrarotfilterung mit Projektionsoptiken	40
Bild D.2 – Vergrößerte scheinbare Quelle der Glühwendel einer Projektionslampe	40
Bild D.3 – Beispiele für Projektionsoptiken	41
Bild D.4 – Formung eines virtuellen Abbilds des LED-Chips durch die integrierte Linse	41
Bild D.5 – Demonstration der Messaufgabe für die Bewertung von Quellen mit integrierten oder beigefügten Strahl-formenden Optiken	42
Tabellen	
Tabelle 1 – Gefährdungsbezogene Risikogruppenkennzeichnung von Lampensystemen	16
Tabelle 2 – Erläuterung der Angaben auf den Kennzeichnungen und Anleitung für Kontrollmaßnahmen	17
Tabelle 3 – Maximal akzeptable Risikogruppe von Produkten, die bezüglich des auf den Betrachter bezogenen Risikos unter anwendungsspezifischen Konditionen bewertet wurden	19
Tabelle B.1 – Gefährdungsabstände	35
Tabelle C.1 – Risikogruppenbezogene Werte für r_{IS} und Gefährdungsabstände	37
Tabelle C.2 – Risikogruppenbezogene Gefährdungsabstände einer Halogenlampe mit Quellengröße 7 mm, Leuchtdichte $3 \times 10^7 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$	39

Einleitung

Gefährdungen durch die optische Strahlung sämtlicher Typen von Lampen oder anderer breitbandiger Lichtquellen können durch Anwendung von **IEC 62471:2006** (Edition 1) *Photobiologische Sicherheit von Lampen und Lampensystemen* bewertet werden. **IEC 62471** bezieht sich auf LED sowie auf Glüh-, Leuchtstoff-, Gasentladungs-, Bogen- und andere Lampen. Sie bezieht sich auch auf elektrisch betriebene optische Strahlungsquellen, die keine Lampen sind. Die Norm sieht Risikogruppen für alle Lampen und Lampensysteme vor, außerdem sind die Messbedingungen ausführlich dargestellt. **IEC 62471** beinhaltet keine Hersteller- oder Nutzeranforderungen, die infolge der Zuordnung einer Lampe oder eines Lampensystems zu einer bestimmtem Risikogruppe erforderlich wären. Die Sicherheitsanforderungen für verschiedene Lampensysteme unterscheiden sich notwendigerweise, und sie werden am besten in vertikalen Normen behandelt. Dieser Teil 2 liefert die Grundlage für Sicherheitsanforderungen in Abhängigkeit von der Klassifizierung in Risikogruppen sowie Beispiele dafür. Die einem Produkt zugewiesene Risikogruppe kann dazu dienen, Gefährdungsanalysen, z. B. bei beruflicher Exposition an Arbeitsplätzen, zu unterstützen. Für die Bewertung von Produkten oder von beruflichen Expositionen können nationale Anforderungen existieren.

ANMERKUNG 1 Es gibt einige Fälle von Quasi-„Punktlichtquellen“, bei denen die Laserproduktnorm IEC 60825 zweckdienlich sein kann, wie z. B. für faseroptische LED-Quellen oder Superlumineszenzioden (siehe [3.16](#)).

ANMERKUNG 2 **IEC 62471** wird gegenwärtig überarbeitet und danach als IEC 62471-1 publiziert.

1 Anwendungsbereich

Dieser technische Bericht bildet die Grundlage für Sicherheitsanforderungen bezüglich der optischen Strahlung von Produkten, die keine Laser sind, indem er als Leitfaden für die Entwicklung von Sicherheitsanforderungen in vertikalen Produktnormen dient und Hersteller von Lampensystemen bei der Interpretation und Anwendung der Sicherheitsinformation unterstützt, die von den Lampenherstellern bereitgestellt wird.

Dieser Bericht gibt Anleitung für:

- Anforderungen für die Bewertung der optischen Strahlungssicherheit;
- die Zuordnung von Schutzmaßnahmen;
- die Kennzeichnung von Produkten.

Sicherheitsanforderungen für die vorsätzliche Exposition durch die optische Strahlung von Bräunungsgeräten, von augenmedizinischen Instrumenten oder anderen medizinisch/kosmetischen Geräten, deren spezifische Sicherheitsfragen in zugehörigen Normen behandelt werden, werden mit diesem technischen Bericht nicht angesprochen.

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).

IEC 62471, *Photobiologische Sicherheit von Lampen und Lampensystemen*

IEC 60825 (alle Teile), *Sicherheit von Laser-Einrichtungen*

IEC 60050-845, *Internationales Wörterbuch der Lichttechnik*

IEC 60417, *Grafische Symbole für Betriebsmittel*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 62471 und die folgenden Begriffe.

3.1

Ort mit kontrolliertem Zugang

Ort, bei dem eine technische oder organisatorische Überwachungsmaßnahme besteht, die den Zugang mit Ausnahme für Personen mit angemessener Sicherheitsausbildung beschränkt

3.2

Gefahrenwert der Exposition

EHV

(en: Exposure Hazard Value)

definiert als:

$$\text{EHV (Abstand, Expositionsdauer)} = \frac{\text{Expositionsniveau (Abstand, Expositionsdauer)}}{\text{Expositionsgrenzwerte}}$$

Wenn das Expositionsniveau (3.3) den Expositionsgrenzwert (3.4) übersteigt, ist EHV größer als 1

3.3

Expositionsniveau

EL

(en: Exposure Level)

Ausmaß der Exposition durch eine Quelle an einem Ort im Raum für eine ausgewiesene Dauer

3.4

Expositionsgrenzwert

ELV

(en: Exposure Limit Value)

maximales Expositionsniveau für die Exposition von Auge oder Haut durch optische Strahlung, bei dem nicht erwartet wird, dass daraus nachteilige biologische Effekte resultieren. Diese ELVs werden zur Bestimmung von Sicherheitsabständen bezüglich vorhersehbarer photobiologischer Effekte benutzt.

3.5

Gefährdungsabstand

HD

(en: Hazard Distance)

Abstand von der Quelle, bei dem das Expositionsniveau (EL) gleich dem entsprechenden Expositionsgrenzwert (ELV) ist

3.6

vorsätzlicher Blick

absichtliche Handlung eines Individuums, indem es entweder direkt in eine Quelle oder in eine virtuelle Quelle optischer Strahlung, wie z. B. eine Reflexion, blickt

3.7

bestimmungsgemäßer Gebrauch

Verwendung eines Produktes, Vorgangs oder Dienstes entsprechend der Maßgaben, Anweisungen und Informationen, die vom Lieferanten bereitgestellt wurden

3.8

Lampe

elektrisch betriebenes Bauteil, das optische Strahlung im Wellenlängenbereich zwischen 200 nm und 3 000 nm mit der Ausnahme von Laserstrahlung abgibt

3.9

Lampensystem

elektrisch betriebenes Produkt, in dem eine oder mehrere Lampen einschließlich ihrer Fassungen und elektrischer und elektronischer Bauteile vereinigt sind, um, wie vom Hersteller vorgesehen, allgemein benutzt zu werden (für lichttechnische Anwendungen: Leuchte)

ANMERKUNG 1 Lampensysteme können Streukörper, Einhausungen und/oder Strahlformende Optiken beinhalten.

ANMERKUNG 2 Im Sinne dieses technischen Berichts kann ein Lampensystem eine Lampe beinhalten, die nicht der Primärfunktion des Produkts dient, z. B. eine Anzeigelampe oder die Innenbeleuchtung Kühlschranks.

3.10

Strahl-formende Optiken

optische Komponenten wie Filter, Linsen und Reflektoren, die die Charakteristik der optischen Strahlung einer Lampe verändern, wenn sie in ein Lampensystem integriert wird

3.11

optische Strahlung, die keine Laserstrahlung ist

inkohärente optische Strahlung, die durch einen anderen Prozess als durch stimulierte Emission erzeugt wird

3.12

Ort mit eingeschränktem Zugang

Ort, der gewöhnlich für die Allgemeinheit einschließlich Arbeitern, Besuchern und Bewohnern in unmittelbarer Nachbarschaft aufgrund technischer oder organisatorischer Überwachungsmaßnahmen nicht zugänglich ist, der aber für berechtigtes Personal zugänglich ist, das keine spezielle Sicherheitsausbildung haben braucht

3.13

kleine Quelle

reale Quelle oder scheinbare Quelle, deren Winkelausdehnung kleiner als der Empfangswinkel γ ist, der entsprechend einer Risikobewertung oder Klassifikation anzuwenden wäre

ANMERKUNG Dies kann dazu führen, dass zur Bestimmung der räumlich gemittelten Strahldichte (3.15) einer Quelle oder scheinbaren Quelle über eine größere Fläche gemittelt wird als bei der Bestimmung der Quellenstrahldichte (3.14).

3.14**Quellenstrahldichte****Symbol:** L

Strahldichte des strahlenden Elements der Quelle (siehe IEC 845-01-34). Der anzuwendende Empfangswinkel sollte jedoch nicht kleiner als 1,7 mrad sein

ANMERKUNG Diese Definition dient der Unterscheidung von der räumlich gemittelten Strahldichte (3.15).

3.15**räumlich gemittelte Strahldichte****Symbol:** L_{sa}

über einen vorgegebenen Empfangswinkel räumlich gemittelte Strahldichte, mit der physiologische Faktoren wie z. B. Augenbewegungen berücksichtigt werden (wird manchmal auch als „physiologische Strahldichte“ bezeichnet). Die räumlich gemittelte Strahldichte kann kleiner sein als die Quellenstrahldichte (3.14)

3.16**Superlumineszenzdiode**

Kanten-emittierende Halbleiterlichtquelle, die auf Superlumineszenz basiert. In ihr sind hohe Strahlungsleistung und Helligkeit von Laserdioden mit geringer Kohärenz von konventionellen Licht-emittierenden Dioden kombiniert. Das spektrale Emissionsband ist 20 nm bis 100 nm breit

3.17**unbeabsichtigter Blick**

Umstand, bei dem die Exposition der Augen durch optische Strahlung nicht beabsichtigt ist

3.18**unbeabsichtigte Exposition der Haut**

Umstand, bei dem die Exposition der Haut durch optische Strahlung nicht beabsichtigt ist

3.19**auf den Betrachter bezogenes Risiko**

Risiko für absichtliche oder unbeabsichtigte Betrachter einer Quelle unter anwendungsspezifischen realistischen Umständen

ANMERKUNG Um unabhängig von den Nutzungsumständen zu sein, basiert die Risikogruppenklassifizierung von Lampen und Lampensystemen auf „Worst Case“-Annahmen von Expositionsdauer, Pupillengröße und Betrachtungsabstand. Die Lampen-Emission ist jedoch oft divergent, und wenn eine Lampe in ein Produkt integriert wird, dann können diese Bewertungsbedingungen unpassend sein, abhängig vom Produktdesign und seiner Anwendung. In solchem Fall kann das Produkt aus dem minimalen Abstand und unter Zugrundelegung der maximalen Expositionsdauer bewertet werden, die repräsentativ für die anwendungsspezifischen Bedingungen der vorhersehbaren Zugänglichkeit sind.

4 Risikogruppen für Bewertungen der optischen Strahlungssicherheit

4.1 Grundlage für die Klassifizierung der optischen Strahlungssicherheit

Mit IEC 62471 wird das Verfahren zur Ermittlung der Risikogruppe von jeder Lampe oder jedem Produkt, in dem eine Lampe eingebaut ist, festgelegt. Mit den Risikogruppen nach IEC 62471 wird das potenzielle Ausmaß der Gefährdung durch optische Strahlung angezeigt und die Notwendigkeit für weitere Messungen minimiert. Die Entwicklung der Risikogruppen basiert auf jahrzehntelangen Anwendungserfahrungen mit Lampen sowie der Analyse von unbeabsichtigten Verletzungen in Bezug auf die optische Strahlungsemission (wobei Verletzungen allgemein relativ selten waren – mit Ausnahme von Ultraviolett-emittierenden Lampen oder Bogenlampen). Es gibt vier grundlegende Risikogruppen:

- Freie Gruppe (RG 0), wo eine Gefährdung durch die optische Strahlung als nicht vernünftigerweise vorhersehbar angesehen wird, auch bei kontinuierlichem, uneingeschränktem Gebrauch. Typische Beispiele sind die meisten matten Glühlampen und Leuchtstofflampen wie sie im Hausgebrauch benutzt werden.

- Risikogruppe 1 (RG 1), deren Produkte unter den meisten Nutzungsumständen sicher sind, außer für sehr lang andauernde Expositionen mit möglicher direkter Augenexposition. Ein Beispiel für ein Produkt der Risikogruppe 1 ist die batteriebetriebene Haushalts-Taschenlampe.
- Risikogruppe 2 (RG 2), deren Produkte im Allgemeinen keine realistische optische Gefährdung darstellen, solange Abwendungsreaktionen die Expositionsdauer begrenzen oder wo längere Expositionen unrealistisch sind.
- Risikogruppe 3 (RG 3), deren Produkte auch bei kurzzeitiger Exposition eine potenzielle Gefährdung darstellen und wo Systemsicherheitsanforderungen allgemein unerlässlich sind.

Herstelleranforderungen und Schutzmaßnahmen werden in IEC 62471 nicht festgelegt. Diese Themen sollen in anwendungsspezifischen vertikalen Normen angesprochen werden (siehe 4.3.3). Um jedoch einen konsistenten Ansatz für die verschiedenen Produkte zu liefern, werden die (nicht-normativen) Kennzeichnungsvoraussetzungen in diesem technischen Bericht umrissen (siehe 5.4).

4.2 Bewertungskriterien

Die Standardmessbedingungen berücksichtigen das Emissionsspektrum und, abhängig von der Art der Gefährdung, die Bestrahlungsstärke oder die räumlich gemittelte Strahldichte, um das Risiko für Auge und/oder Haut zu ermitteln. Die Messbedingungen beziehen sich auf potenziell gefährliche Sehbedingungen und berücksichtigen physiologische Faktoren des Auges wie Akkommodation, Pupillengröße, Abwendungsreaktionen und Augenbewegungen (Sakkaden).

In IEC 62471 wird zwischen Lampen, die für die Allgemeinbeleuchtung (GLS, en: general lighting service) vorgesehen sind, und Lampen für sonstige Anwendungen wie Keimtötung, Heizen, Signalisierung, Datenübertragung usw. unterschieden. Die Bewertungs- und Messbedingungen für diese zwei Gruppen unterscheiden sich:

GLS – die Gefährdungsgrößen in Bestrahlungsstärke oder räumlich gemittelter Strahldichte sollten in einem Abstand bestimmt werden, bei dem die Beleuchtungsstärke 500 Lux beträgt.

Sonstige Anwendungen – die Gefährdungsgrößen sollten in einem Abstand von 200 mm zur Quelle ermittelt werden.

Für verschiedene Anwendungsgruppen wird ein Bereich von Betriebs-, Instandhaltungs- und Wartungsbedingungen definiert. Auf Grundlage der Bewertung der verschiedenen Anwendungsgruppen können in einer vertikalen Norm die Messbedingungen in IEC 62471 für besondere Anwendungsgruppen modifiziert werden.

4.3 Anwendungsbezogene Themen

4.3.1 Quellen im nahen Infrarot

Der Grenzwertsatz für den nahen Infrarotspektralbereich (IR) war ursprünglich für Anwendungen im Zusammenhang mit großen IR-Strahlern mit einem bedeutenden Anteil an IR-A- und IR-B-Strahlung vorgesehen. Mit diesen Grenzwerten soll die Hornhaut und Linse des Auges vor thermischen Langzeiteffekten (z. B. „grauer Star“) geschützt werden. Die Grenzwerte sollten also vordringlich bei solchen Anwendungen berücksichtigt werden, wo eine chronische und längere Exposition der Augen für Zeitdauern größer als 1 000 s wahrscheinlich ist und wo die voraussichtliche täglich gemittelte Bestrahlungsstärke mindestens $100 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ beträgt. Vorrangiges Ziel ist es, eine Erwärmung von Linse und Hornhaut zu minimieren.

4.3.2 „Punktquellen“

Es kann eine geringe Anzahl von Anwendungen geben, bei denen die Quelle inkohärenter optischer Strahlung wie eine nahezu monochromatische „Punktquelle“ erscheint und im Rahmen der Normen für die Lasersicherheit betrachtet werden sollte. Allgemein wird dies nur für Superlumineszenzdiode (SLD) (siehe 3.16) zutreffen, die „Punktquellen“ nahe kommen, sowie für LED-Sender in der faseroptischen Kommunikationstechnik, wo der Strahlungsausstritt aus der Faser ebenfalls eine sehr kleine oder „punktförmige“ Quelle darstellt. Im Fall von SLD wird der Anwender an IEC 60825-1, im Fall von faseroptischen Kommunikationssystemen an IEC 60825-2 verwiesen.

4.3.3 Anwendungsbezogene vertikale Normen

Die Anforderungen in vertikalen Normen können:

- die Risikogruppe für Quellen begrenzen, die in einem gegebenen Anwendungsfall verwendet werden dürfen;
- basierend auf der Risikogruppenangabe bestimmte Leistungsmerkmale verlangen oder
- anwendungsspezifische Schutzmaßnahmen bestimmen.

Eine grundsätzliche Anleitung, die auf der Wahrscheinlichkeit für den direkten Blick in die Quelle basiert, befindet sich in [Abschnitt 6](#). Vertikale Normen sollten von dem Prinzip geleitet werden, dass es nicht notwendig ist, die optische Strahlungsexposition so weit zu reduzieren wie es vernünftigerweise erreichbar wäre. Als allgemeine Richtlinie sollten jedoch nicht erforderliche Emissionen, die eine überflüssige Exposition von Menschen ergeben würden, minimiert werden. Die Hierarchie der anzuwendenden Sicherheitsmaßnahmen sollte sich der international anerkannten Prioritätsrangfolge für die von Herstellern zu ergreifenden Sicherheitsmaßnahmen anschließen. Das heißt, technische Schutzmaßnahmen (z. B. Filter, Abschirmungen usw.) haben höchste Priorität, gefolgt von organisatorischen Maßnahmen (wie z. B. Warnhinweise und Schilder, siehe [5.4](#)) und persönlicher Schutzausrüstung als letztem Ausweg. Die Details sollten in den anwendungsspezifischen vertikalen Normen geregelt werden.

5 Leitfäden für Hersteller von Lampen und Lampensystemen zur Anwendung von IEC 62471

5.1 Grenzwerte

5.1.1 Allgemeines

Es sollte angemerkt werden, dass sich das Risikogruppen-Klassifizierungssystem von [IEC 62471](#) in erster Linie auf Lampen bezieht. Im Sinne der Produktsicherheit ist es jedoch der Hersteller eines Lampensystems, der die Verantwortung zur Bewertung des Endproduktes trägt. Wegen verschiedener technischer Aufgabenstellungen und Notwendigkeiten ist es möglich, dass Hersteller von Lampensystemen oder Leuchten nur begrenzte Befähigung für Tests und Messungen haben und sich weitgehend auf vom Lampen- bzw. LED-Hersteller zur Verfügung gestellte Lampen-/LED-Daten verlassen. Daher wird eine Anleitung zum Wie und Wann sich Lampensystemhersteller auf die vom Lampenhersteller zur Verfügung gestellten Daten stützen können gegeben.

Es gibt viele Arten von Lampen, deren vorgesehene Anwendungen bekannt sind. Zum Beispiel sind bei konventionellen Lichtquellen die Änderungen der sicherheitsbezogenen optischen Eigenschaften der integrierten Lampe durch den Lampensystemhersteller im Allgemeinen nicht bedeutsam. In den meisten Fällen wird ein einzelner konventioneller Lampentyp (Glühlampe) für eine Leuchte benutzt, und der Lampensystemhersteller fügt nur eine Aufnahmevorrichtung und eine Stromversorgung hinzu. In solchen Fällen sind die Lampendaten üblicherweise direkt auf das Lampensystem übertragbar. Die Bewertung und Risikogruppenklassifizierung der Lampe kann vom Lampensystemhersteller zur Klassifizierung des Lampensystems verwendet werden. Für andere Lampentypen kann jedoch eine eingehendere Betrachtung nötig sein.

Die Grenzwerte der Sicherheitsnorm liegen in zwei verschiedenen Größen vor, die einer getrennten Erörterung bedürfen.

5.1.2 Grenzwerte, die in Bestrahlungsstärke/Bestrahlung angegeben werden

In den Spektralbereichen von 200 nm bis 400 nm und von 1 400 nm bis 3 000 nm, wo die Emissionsgrenzwerte in [IEC 62471](#) in Bestrahlungsstärke oder Bestrahlung angegeben werden, können die Messungen einer einzelnen Lampe nicht einfach direkt auf ein Lampensystem übertragen werden; hier ist eine Analyse der optischen Additivität erforderlich, um die Risikogruppe des Systems zu bestimmen.

Wenn eine Lampe mit zusätzlichen integrierten oder zugefügten Strahlformenden oder Projektions-Optiken betrieben wird, sollte dieses Lampensystem als ein anderes Produkt betrachtet werden, und der Lampensystemhersteller sollte eine neue Sicherheitsklassifizierung der Risikogruppe erstellen.

ANMERKUNG Zusätzliche Optiken verändern vorwiegend die Bestrahlungsstärke durch eine Quelle (d. h. sie können einen signifikanten Einfluss ausüben, wo die Klassifizierung auf Kriterien in Bestrahlungsstärke bzw. Bestrahlung basiert), während die Strahldichte unverändert bleibt (d. h. sie haben geringen Einfluss, wo die Klassifizierung auf Kriterien in Strahldichte basiert).

5.1.3 Grenzwerte, die in (zeitlich integrierter) Strahldichte angegeben werden

In Fällen, in denen die Emissionsgrenzwerte in **IEC 62471** als räumlich gemittelte Strahldichte oder der zeitlich integrierten räumlich gemittelte Strahldichte angegeben werden, kann das Prinzip der Erhaltung der Strahldichte mit Vorsicht angewendet werden. Das heißt, wenn die Strahldichte einer Lampe oder einzelnen LED unterhalb des (je Risikogruppe) spezifizierten Niveaus liegt, kann das endgültige Lampensystem oder LED-Array die Grenzwerte der zugänglichen Emission auch nicht übersteigen. **IEC 62471** erfordert die Messung von räumlich gemittelten Strahldichtewerten (3.15) mit der Konsequenz, dass sich das Verhältnis von effektivem Messfeld zur Quellenfläche, wie es bei der Charakterisierung einer einzelnen Komponente bestand, bei der Integration dieser einzelnen Lampe oder LED in ein Leuchte (ein Array) oder bei Hinzufügung Strahlformender Optiken verändern kann.

Unter bestimmten Bedingungen (siehe 5.2.2) ist die Beurteilung einer einzelnen Lampe/LED direkt auf das Lampensystem oder die Leuchte übertragbar. Die Risikogruppe bleibt unverändert bzw. kann sich (z. B. durch Filter usw.) verringern.

ANMERKUNG Da zusätzliche Optiken vor allem die Bestrahlungsstärke und weniger die Strahldichte einer Quelle modifizieren (erhöhen), sollte mit einer Analyse sichergestellt werden, dass sich das am meisten restriktive Klassifizierungskriterium des Lampensystems nicht geändert hat (von Strahldichte zu Bestrahlungsstärke).

5.2 Leitfäden für Hersteller von Lampen und LED

5.2.1 Allgemeines

Hauptzweck der Lampen-Risikogruppenklassifizierung durch den Lampen- oder LED-Hersteller ist es, den Benutzer oder Hersteller des Endprodukts über potentielle Gefahren zu informieren, die möglicherweise beim Sicherheitsdesign des Endprodukts angesprochen werden sollten. Wenn eine Lampe in Risikogruppe 1, 2 oder 3 eingeordnet ist, ist es daher für den Benutzer wichtig, darüber informiert zu sein, welche potentiellen Gefahren Schutzmaßnahmen erfordern können. Die Festlegung geeigneter Schutzmaßnahmen kann vereinfacht werden, wenn der Hersteller Angaben für EHV oder HD der Lampe liefert (siehe 5.3.4).

5.2.2 Messbedingungen

In den Spektralbereichen von 200 nm bis 400 nm oder von 1 400 nm bis 3 000 nm, wo die Emissionsgrenzwerte in Bestrahlungsstärke oder Bestrahlung angegeben werden, sollten die Messungen nach den Vorgaben von **IEC 62471** durchgeführt werden.

In Fällen, in denen die Emissionsgrenzwerte in **IEC 62471** als räumlich gemittelte Strahldichte angegeben werden, sollte die Quellenstrahldichte (entsprechend 3.14) bestimmt werden (LED: betrieben unter maximal zulässigen Betriebsbedingungen, wie z. B. maximalem Fluss-Strom). Der Empfangswinkel sollte in jedem Fall 1,7 mrad betragen.

ANMERKUNG Diese Messwerte sollten mit den risikogruppenspezifischen Grenzwerten verglichen werden (anstatt dass verschiedene Empfangswinkel verwendet werden). Unter diesen Bedingungen kann sichergestellt werden, dass die Risikogruppenzuordnung einer Komponente in jedem Fall direkt für die Charakterisierung des End-Lampensystems übertrag- und nutzbar ist.

Wenn der Verwendungszweck eines Produkts bekannt und eindeutig ist, sollten, soweit sie existieren, die anwendungsbezogenen Anforderungen (d. h. vertikalen Normen) oder die nach 4.2 und 4.3 angewendet werden.

Im Fall von Mehrzwecklampen oder wenn keine anwendungsbezogenen Anforderungen (d. h. vertikalen Normen) vorliegen, sollten die Messungen einzelner Lampen und Komponenten aus einem Abstand von

200 mm durchgeführt werden, und die Risikogruppe sowie die Messwerte sollten in der Anwenderinformation erscheinen.

Die Bewertung und die Risikogruppenklassifizierung sollten auf diesen Werten basieren.

5.2.3 Anwenderinformation

Die Anwenderinformation sollte die Risikogruppenklassifikation der Lampe beinhalten, die für die Risikogruppenklassifikation des Lampensystems benutzt werden kann.

Informationen zur Risikogruppenklassifikation sollten für die vorgesehene Anwendung gegeben werden. Entsprechende Informationen sollten auch gegeben werden, wenn anwendungsbezogene Konditionen oder Anforderungen (wie in 4.2 und 4.3 ausgewiesen oder wie von vertikalen Normen verlangt) angewendet wurden.

Falls die Klassifizierung auf der Bestrahlungsstärke oder Bestrahlung in den Spektralbereichen von 200 nm bis 400 nm oder von 1 400 nm bis 3 000 nm basiert, sollte angemerkt werden, dass die Bewertung einer einzelnen Lampe nicht automatisch auf das Lampensystem als Endprodukt übertragen werden kann. Die Risikogruppenklassifikation bleibt nur dann die gleiche, wenn die zugängliche Emissionscharakteristik der Lampe durch die Integration der Lampe in das Lampensystem nicht verändert wird.

5.3 Richtlinien für Hersteller von Lampensystemen/Leuchten

5.3.1 Allgemeines

Die Risikogruppenklassifizierung einer Lampe weist auf die Sicherheitsmaßnahmen hin, die notwendig sind, um die Risikogruppe für eine Anwendung zu reduzieren, wie in vertikalen Normen spezifiziert. Wenn die Risikogruppe einer Lampe kleiner ist als die, die maximal dieser Anwendung zugeordnet ist (siehe Tabelle 3), sollte der Hersteller absichern, dass die Risikogruppe direkt auf das Lampensystem übertragbar ist.

Lampenhersteller produzieren einige Lampentypen, die ausschließlich für spezielle Anwendungen vorgesehen sind (wie in 4.2 und 4.3 ausgewiesen oder wie von vertikalen Normen verlangt). Diese Produkte sollten nur unter den anwendungsspezifischen Konditionen durch den Lampenhersteller klassifiziert werden, sofern diese existieren. Falls diese Quellen abgeändert oder für andere Zwecke vermarktet wurden, sollte der Lampensystemhersteller eine Neubewertung durchführen und die entsprechende Risikogruppe ausweisen.

5.3.2 Quellen für die Allgemeinbeleuchtung (GLS)

In der Norm IEC 62471 ist festgelegt, dass für Lampen und Lampensysteme, die für Allgemeinbeleuchtung benutzt werden, die Gefahrenwerte als Bestrahlungsstärke oder räumlich integrierter Strahldichte für den Abstand angegeben werden sollten, bei dem die erzeugte Beleuchtungsstärke 500 Lux beträgt. Nur solche Lampen und Lampensysteme können normalerweise für GLS-Anwendungen eingesetzt werden, die bezüglich der Hautgefährdung bei Bewertung aus dem 500-Lux-Abstand für die Beleuchtungsstärke in die Freie Gruppe klassifiziert sind. Wenn jedoch bei einer Anwendung Hautexpositionen durch die optische Strahlung der Quelle mit Beleuchtungsstärken über 500 Lux für Zeiten von länger als einer Stunde wahrscheinlich sind, sollte der Anwender gewarnt werden, dass eine Expositionsbewertung notwendig sein kann.

ANMERKUNG Mit Obigem soll sichergestellt werden, dass Anwendungen geprüft werden, bei denen z. B. die UV-Emissionsgrenzwerte überschritten sein können. Das kann für einige Lampen von Bedeutung sein, wo die Emissionsgrenzwerte im 500-Lux-Abstand nicht überschritten werden, diese aber bei höheren Beleuchtungsstärkeniveaus überschritten werden können, z. B. dort, wo sich die Hände bei der Beleuchtung von Feinarbeiten befinden, oder wo sich der Kopf näher an der Quelle befindet als die mit 500 Lux beleuchtete Oberfläche.

Bei der geforderten Messung der Beleuchtungsstärke eines GLS-Lampensystems werden die Beiträge aller Elemente des Lampensystems berücksichtigt. Im Unterschied zur Strahldichtemessung für die Bestimmung der Risikogruppen ist der Empfangswinkel für die Messung der Beleuchtungsstärke nicht begrenzt. Wenn in einem GLS-Produkt mehrere Lampen oder Strahlformende Optiken eingesetzt werden, kann in vielen Fällen die ultraviolette und infrarote Strahlung und damit die entsprechende Gefährdung bereits reduziert sein. Wenn weiterhin durch Arrays oder Linsen der 500-Lux-Abstand vergrößert wird, verringert sich die Winkel-

ausdehnung der Komponenten-Quelle (und damit die räumlich gemittelte Strahldichte) so, dass die Gefährdung im Grunde genommen unverändert bleibt.

In Fällen, wo die Klassifizierung durch den Lampenhersteller auf der Strahldichte oder der zeitlich integrierten Strahldichte basiert und wo bestrahlungsstärkebezogene Gefährdungen vernachlässigt werden können, kann die GLS-Klassifikation der Lampe direkt auf das Lampensystem/die Leuchte übertragen werden.

5.3.3 Mehrzwecklampen

Bei der Festlegung der Risikogruppe von Lampensystemen sollte dem folgenden allgemeinen Ansatz gefolgt werden. In Fällen, bei denen die Risikoklassifikation einer Lampe auf der Strahldichte oder zeitlich integrierten Strahldichte als den am meisten restriktiven Kriterien basiert, bleiben diese Werte bei der Integration der Lampe in ein Lampensystem oder bei der Anbringung optischer Elemente unverändert oder verringern sich. In Gegensatz dazu können derartige Maßnahmen oder Elemente die Bestrahlungsstärke oder Bestrahlung der Quelle verändern und sollten in solchen Fällen in Betracht gezogen werden, wo die Risikogruppierung der eingebauten Lampe auf diesen Kriterien beruht. Im Fall einer auf Strahldichte basierenden Klassifizierung der eingebauten Lampe sollte jedoch eine mögliche Veränderung des am meisten restriktiven Klassifizierungskriteriums, d. h. von der Strahldichte zur Bestrahlungsstärke, berücksichtigt werden.

5.3.4 Ermittlung des Gefährdungsabstands

Um unabhängig von den Anwendungsbedingungen zu sein, liegen der Risikogruppenklassifizierung ungünstigste Annahmen für Expositionsdauer, Pupillengröße und Betrachtungsabstand zugrunde. Die räumliche Abstrahlung von Lampen ist jedoch oft divergent, und das auf den Betrachter bezogene Risiko in einem realistischen Abstand wird eventuell nicht mehr angemessen durch die Risikoklassifizierung der Einrichtung dargestellt, d. h. das reale Risiko ist geringer.

Die Gefahrenwerte der Exposition (EHV), d. h. das Maß der Überschreitung der anzuwendenden Expositionsgrenzwerte, hat maßgebliche praktische Bedeutung (siehe 3.2). Dieses Konzept kann bei der Bestimmung angemessener Kontrollmaßnahmen hilfreich sein: Je nach Machbarkeit wird entweder die Expositionsdauer oder die Zugänglichkeit einer Quelle begrenzt.

Die EHV können als abstandsabhängige Werte grafisch aufbereitet werden: Mit wachsendem Abstand von der Lampe oder dem Lampensystem sinkt der zutreffende Gefahrenwert – siehe Bild 1. Beim Abstand X_1 ist $EHV = 1$, d. h. der Gefahrenwert gleicht dem anzuwendenden Expositionsgrenzwert. Der Abstand X_1 ist der Gefährdungsabstand für dieses Lampensystem. Beim Abstand X_2 übersteigt der Gefahrenwert den anzuwendenden Expositionsgrenzwert um den Faktor A . Bei diesem Abstand kann eine übermäßige Exposition durch optische Strahlung entweder durch Begrenzung der Expositionsdauer um den Faktor A reduziert werden (wenn die Emissionsgrenzwerte als Bestrahlung oder als zeitlich integrierte Strahldichte ausgedrückt werden) oder durch Anwendung technischer Maßnahmen (z. B. Filter), die die zugängliche Strahlung des Lampensystems abschwächen, und/oder durch persönliche Schutzmaßnahmen (wie Schutzbrille, Kleidung) die die mögliche Exposition durch die emittierte Energie begrenzen.