

	DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie 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.	VDE

ICS 13.280; 31.260

Ersatzvermerk
siehe unten

**Sicherheit von Lasereinrichtungen –
Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen
(IEC 60825-1:2014);
Deutsche Fassung EN 60825-1:2014**

Safety of laser products –
Part 1: Equipment classification and requirements
(IEC 60825-1:2014);
German version EN 60825-1:2014

Sécurité des appareils à laser –
Partie 1: Classification des matériels et exigences
(CEI 60825-1:2014);
Version allemande EN 60825-1:2014

Ersatzvermerk

Ersatz für **DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1):2008-05**, **DIN EN 60825-1 Berichtigung 1 (VDE 0837-1 Berichtigung 1):2008-12** und **DIN EN 60825-1 Berichtigung 2 (VDE 0837-1 Berichtigung 2):2009-02**
Siehe Anwendungsbeginn

Gesamtumfang 115 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE
DIN-Normenausschuss Veranstaltungstechnik, Bild und Film (NVBF)

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2014-06-19 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2015-07-01.

Für DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1):2008-05, DIN EN 60825-1 Berichtigung 1 (VDE 0837-1 Berichtigung 1):2008-12 und DIN EN 60825-1 Berichtigung 2 (VDE 0837-1 Berichtigung 2):2009-02 besteht eine Übergangsfrist bis 2017-06-19.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1):2012-11.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium GK 841 „Optische Strahlungssicherheit und Lasereinrichtungen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de), Gemeinschaftsgremium mit dem NA Veranstaltungstechnik, Bild und Film (NVBF), zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 76 „Optical radiation safety and laser equipment“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Hinsichtlich der Bereitstellung von Produkten auf dem Markt findet in Deutschland das Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) Anwendung. Dieses fordert allgemein, dass nur Produkte auf dem Markt bereitgestellt werden dürfen, die bei einer bestimmungsgemäßen und vorhersehbaren Verwendung die Sicherheit und die Gesundheit von Personen nicht gefährden. Dies gilt auch für Produkte, die nach der harmonisierten Norm EN 60825-1:2014, klassifiziert wurden. Aus dieser Herstellerklassifizierung kann jedoch nicht vollständig auf die Einhaltung/Nichteinhaltung der Expositionsgrenzwerte der Europäischen Richtlinie 2006/25/EG geschlossen werden. In der Europäischen Union sind die Grenzwerte für die Exposition von Arbeitnehmern durch künstliche optische Strahlung in der „Richtlinie 2006/25/EG über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (künstliche optische Strahlung) festgelegt.“^{N1)}

Die in dieser Norm im informativen **Anhang A** aufgeführten Werte der maximal zulässigen Bestrahlung (MZB), die als Basis für die Risikobeurteilung verwendet werden, beruhen auf den Expositionsgrenzwerten der ICNIRP-Guidelines on Limits of Exposure to Laser Radiation of Wavelengths between 180 nm and 1,000 µm aus dem Jahr 2013. Diese MZB-Werte stimmen zum Zeitpunkt der Verabschiedung dieser Norm nicht mit den Expositionsgrenzwerten der europäischen Richtlinie 2006/25/EG überein, weil sie diese in bestimmten Bereichen über- oder unterschreiten.

Wird ein Laserprodukt, z. B. der Klasse 1, ausschließlich nach dieser Norm hergestellt und klassifiziert, kann dessen Verwendung dazu führen, dass die Europäischen Mindestanforderungen zum Schutz vor Gefährdungen durch Laserstrahlung am Arbeitsplatz über- oder unterschritten werden.

Der Hersteller sollte dies berücksichtigen und in seiner Benutzerinformation Hinweise geben, sofern bei Verwendung des Laserproduktes die Expositionsgrenzwerte der Richtlinie 2006/25/EG unter den vorhersehbaren Bedingungen überschritten werden können.

^{N1)} Nationale Fußnote: Nationale Umsetzung durch die Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung (Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung – OStrV) mit Konkretisierung durch Technische Regeln zur Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung (TROS).

Das Originaldokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1):2008-05, DIN EN 60825-1 Berichtigung 1 (VDE 0837-1 Berichtigung 1):2008-12 und DIN EN 60825-1 Berichtigung 2 (VDE 0837-1 Berichtigung 2):2009-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Die gesamte Struktur der Norm wurde umgestellt, um eine, nach Auffassung des TCs, bessere schrittweise Vorgehensweise bei der Anwendung zu ermöglichen.
- b) Messbedingung 2 (Mikroskope und Lupen) wurde entfernt mit Hinweis auf handelsübliche Vergrößerungsgeräte (werden mit Bedingung 1 bereits abgedeckt) und den anwendungsspezifischen Teil 60825-2 der Norm für LWLKS, wo tatsächlich Mikroskope im Zusammenhang mit Lasern benutzt werden.
- c) Eine Klasse 1C inkl. entsprechender technischer Anforderungen wurde neu eingeführt, insbesondere für bereits vorhandene Geräte zur kosmetischen/therapeutischen Laserbehandlung der Haut.
- d) Die Grenzwerte, Messverfahren und insbesondere die Vorgehensweisen bei der Bewertung gepulster Quellen wurden an einigen Stellen dem aktuellen Stand der betreffenden neu überarbeiteten ICNIRP-„guidelines“ angepasst.

Frühere Ausgaben

DIN 57836 (VDE 0836): 1977-02

DIN VDE 0837 (VDE 0837): 1986-02

DIN VDE 0837/A1 (VDE 0837/A1): 1990-07

DIN EN 60825 (VDE 0837): 1993-07

DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1): 1994-07, 1997-03, 2001-11, 2003-10, 2008-05

DIN EN 60825-1 Berichtigung 1 (VDE 0837-1 Berichtigung 1): 2004-06, 2008-12

DIN EN 60825-1 Berichtigung 2 (VDE 0837-1 Berichtigung 2): 2009-02

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Dokumenten

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnichtsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1 (1 von 2)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN ISO 11146-1	ISO 11146-1	DIN EN ISO 11146-1	–
EN ISO 11553 (alle Teile)	IEC/ISO 11553 (alle Teile)	DIN EN ISO 11553 (alle Teile)	–
EN ISO 11553-1	IEC/ISO 11553-1	DIN EN ISO 11553-1	–
EN ISO 12100	ISO 12100	DIN EN ISO 12100	–
EN ISO 13694	ISO 13694	DIN EN ISO 13694	–
EN ISO 13849 (alle Teile)	ISO 13849 (alle Teile)	DIN EN ISO 13849 (alle Teile)	–
EN ISO 15004-2:2007	ISO 15004-2:2007	DIN EN ISO 15004-2:2007-06	–
EN 60027-1	IEC 60027-1	DIN EN 60027-1	–
–	IEC 60050 (alle Teile)	a	–
EN 60065	IEC 60065	DIN EN 60065 (VDE 0860)	VDE 0860
EN 60079 (alle Teile)	IEC 60079 (alle Teile)	DIN EN 60079 (VDE 0170) (alle Teile)	VDE 0170 (alle Teile)
EN 60079-0:2012 + A11:2013	IEC 60079-0:2011 mod. + Cor.:2012 + Cor.:2013	DIN EN 60079-0 (VDE 0170-1):2014-06	VDE 0170-1
EN 60204-1	IEC 60204-1	DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1)	VDE 0113-1
EN 60601-2-22	IEC 60601-2-22	DIN EN 60601-2-22 (VDE 0750-2-22)	VDE 0750-2-22
EN 60825-2	IEC 60825-2	DIN EN 60825-2 (VDE 0837-2)	VDE 0837-2
–	IEC/TR 60825-3	–	–
EN 60825-4	IEC 60825-4	DIN EN 60825-4 (VDE 0837-4)	VDE 0837-4
–	IEC/TR 60825-5	–	–
–	IEC/TR 60825-8	–	–
–	IEC/TR 60825-9	–	–
EN 60825-12	IEC 60825-12	DIN EN 60825-12 (VDE 0837-12)	VDE 0837-12
–	IEC/TR 60825-13	–	–
–	IEC/TR 60825-14	–	–
EN 60950 (alle Teile)	IEC 60950 (alle Teile)	DIN EN 60950 (VDE 0805) (alle Teile)	VDE 0805 (alle Teile)
EN 61010-1	IEC 61010-1	DIN EN 61010-1 (VDE 0411-1)	VDE 0411-1
EN 61508 (alle Teile)	IEC 61508 (alle Teile)	DIN EN 61508 (VDE 0803) (alle Teile)	VDE 0803 (alle Teile)
EN 62115	IEC 62115	DIN EN 62115 (VDE 0700-210)	VDE 0700-210
EN 62368-1	IEC 62368-1	–	–

DIN EN 60950-1 (VDE 0805-1)

Tabelle NA.1 (2 von 2)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 62471 (alle Teile)	IEC 62471 (alle Teile)	DIN EN 62471 (VDE 0837-471) (alle Teile)	VDE 0837-471 (alle Teile)
EN ISO 80000-1	ISO 80000-1	DIN EN ISO 80000-1	–
^a „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: http://www.dke.de/dke-iev .			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60027-1, *Formelzeichen für die Elektrotechnik – Teil 1: Allgemeines*

DIN EN 60065 (VDE 0860), *Audio-, Video- und ähnliche elektronische Geräte – Sicherheitsanforderungen*

DIN EN 60079 (VDE 0170) (alle Teile), *Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche*

DIN EN 60079-0 (VDE 0170-1):2014-06, *Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 0: Betriebsmittel – Allgemeine Anforderungen (IEC 60079-0:2011, modifiziert + Cor.:2012 + Cor.:2013); Deutsche Fassung EN 60079-0:2012 + A11:2013*

DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1), *Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

DIN EN 60601-2-22 (VDE 0750-2-22), *Medizinische elektrische Geräte – Teil 2-2: Besondere Festlegungen für die Sicherheit von diagnostischen und therapeutischen Lasergeräten*

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

DIN EN 60825-4 (VDE 0837-4), *Sicherheit von Lasereinrichtungen – Teil 4: Laserschutzwände*

DIN EN 60825-12 (VDE 0837-12), *Sicherheit von Lasereinrichtungen – Teil 12: Sicherheit von optischen Freiraumkommunikationssystemen für die Informationsübertragung*

DIN EN 60950 (VDE 0805) (alle Teile), *Einrichtungen der Informationstechnik – Sicherheit*

DIN EN 61010-1 (VDE 0411-1), *Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

DIN EN 61508 (VDE 0803) (alle Teile), *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme*

DIN EN 62115 (VDE 0700-210), *Elektrische Spielzeuge – Sicherheit*

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

DIN EN ISO 11146-1, *Laser und Laseranlagen – Prüfverfahren für Laserstrahlmessungen, Divergenzwinkel und Beugungsmaßzahlen – Teil 1: Stigmatische und einfach astigmatische Strahlen*

DIN EN ISO 11553 (alle Teile), *Sicherheit von Maschinen – Laserbearbeitungsmaschinen*

DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1):2015-07

DIN EN ISO 11553-1, *Sicherheit von Maschinen – Laserbearbeitungsmaschinen – Teil 1: Allgemeine Sicherheitsanforderungen*

DIN EN ISO 12100, *Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsgrundsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung*

DIN EN ISO 13694, *Optik und optische Instrumente – Laser und Laseranlagen – Prüfverfahren für die Leistungs-(Energie-)dichteverteilung von Laserstrahlen*

DIN EN ISO 13849 (alle Teile), *Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen*

DIN EN ISO 15004-2:2007-06, *Ophthalmische Instrumente – Grundlegende Anforderungen und Prüfverfahren – Teil 2: Schutz gegen Gefährdung durch Licht (ISO 15004-2:2007); Deutsche Fassung EN ISO 15004-2:2007*

DIN EN ISO 80000-1, *Größen und Einheiten – Teil 1: Allgemeines*

**Sicherheit von Lasereinrichtungen –
Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen**
(IEC 60825-1:2014)

Safety of laser products –
Part 1: Equipment classification and requirements
(IEC 60825-1:2014)

Sécurité des appareils à laser –
Partie 1: Classification des matériels et
exigences
(CEI 60825-1:2014)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2014-06-19 angenommen. CENELEC-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 Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees 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, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2014 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60825-1:2014 D

Vorwort

Der Text des Dokuments 76/502/FDIS, zukünftige 3. Ausgabe der IEC 60825-1, erarbeitet vom IEC/TC 76 „Optical radiation safety and laser equipment“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 60825-1:2014 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2015-03-19
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2017-06-19

Dieses Dokument ersetzt EN 60825-1:2007.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC [und/oder CEN] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60825-1:2014 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

IEC 60027-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60027-1.
IEC 60065	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60065.
IEC 60079 (alle Teile)	ANMERKUNG	Harmonisiert als Reihe EN 60079.
IEC 60204-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60204-1.
IEC 60601-2-22	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60601-2-22.
IEC 60825-2	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60825-2.
IEC 60825-4	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60825-4.
IEC 60825-12	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60825-12.
IEC 60950 (alle Teile)	ANMERKUNG	Harmonisiert als Reihe EN 60950.
IEC 61010-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61010-1.
IEC 61508 (alle Teile)	ANMERKUNG	Harmonisiert als Reihe EN 61508.
IEC 62115	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 62115.
IEC 62368-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 62368-1.
IEC/ISO 11553 (alle Teile)	ANMERKUNG	Harmonisiert als Reihe EN ISO 11553.
ISO 11146-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 11146-1.
ISO 12100	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 12100.
ISO 13694	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 13694.
ISO 13849 (alle Teile)	ANMERKUNG	Harmonisiert als Reihe EN ISO 13849.
ISO 15004-2:2007	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 15004-2:2007.
ISO 80000-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 80000-1.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	9
4 Klassifizierung	23
4.1 Allgemeines	23
4.2 Zuständigkeit für die Klassifizierung	23
4.3 Klassifizierungsregeln	23
4.4 Lasereinrichtungen, die als konventionelle Lampen eingesetzt werden sollen	28
5 Bestimmung der zugänglichen Strahlung und Klassifizierung	29
5.1 Prüfungen	29
5.2 Messung der Laserstrahlung	30
5.3 Bestimmung der Klasse einer Lasereinrichtung	31
5.4 Messgeometrie	41
6 Konstruktionsanforderungen	45
6.1 Allgemeine Bemerkungen und Modifikationen	45
6.2 Schutzgehäuse	45
6.3 Zugangsklappen und Sicherheitsverriegelungen	45
6.4 Steckverbinder für fernbedienbare Sicherheitsverriegelung	47
6.5 Zurücksetzen von Hand	47
6.6 Schlüsselschalter	47
6.7 Emissions-Warneinrichtung	47
6.8 Strahlfänger oder -abschwächer	48
6.9 Steuer- und Bedieneinrichtungen	48
6.10 Beobachtungsoptiken	48
6.11 Sicherheitsvorrichtung bei richtungsveränderlicher Strahlung	48
6.12 Sicherheitsvorrichtung für Einrichtungen der Klasse 1C	48
6.13 Zugang durch Hineingehen	48
6.14 Umgebungsbedingungen	49
6.15 Schutz vor anderen Gefährdungen	49
6.16 Beschaltungen mit Leistungsbegrenzung	49
7 Kennzeichnung	50
7.1 Allgemeines	50
7.2 Klasse 1 und Klasse 1M	53
7.3 Klasse 1C	53
7.4 Klasse 2 und Klasse 2M	54
7.5 Klasse 3R	55

	Seite
7.6 Klasse 3B	55
7.7 Klasse 4	56
7.8 Kennzeichnung an der Strahlaustrittsöffnung	56
7.9 Angaben zur abgegebenen Strahlung und zur Norm	56
7.10 Kennzeichnungen für Zugangsklappen	57
7.11 Warnung vor unsichtbarer Laserstrahlung	58
7.12 Warnung vor sichtbarer Laserstrahlung	58
7.13 Warnung vor möglichen Gefährdungen der Haut oder der vorderen Augenmedien	58
8 Weitere erforderliche Angaben	59
8.1 Information für den Benutzer	59
8.2 Kauf- und Service-Unterlagen	60
9 Zusätzliche Anforderungen an besondere Lasereinrichtungen	61
9.1 Andere Teile der Normenreihe IEC 60825	61
9.2 Medizinische Lasereinrichtungen	61
9.3 Laserbearbeitungsmaschinen	61
9.4 Elektrisches Spielzeug	61
9.5 Elektronische Verbraucherprodukte	62
Anhang A (informativ) Werte der maximal zulässigen Bestrahlung	63
A.1 Allgemeine Bemerkungen	63
A.2 Grenzblenden	69
A.3 Wiederholt gepulste oder modulierte Laser	70
A.4 Messbedingungen	71
A.5 Laser als ausgedehnte Quellen	72
Anhang B (informativ) Berechnungsbeispiele	73
B.1 In den Beispielen dieses Anhangs verwendete Symbole	73
B.2 Klassifizierung einer Lasereinrichtung – Einführung	74
B.3 Beispiele	78
Anhang C (informativ) Beschreibung der Klassen und möglicherweise damit verbundener Gefahren	83
C.1 Allgemeines	83
C.2 Beschreibung der Klassen	83
C.3 Einschränkungen der Klassifizierung	87
C.4 Literaturhinweise	88
Anhang D (informativ) Biophysikalische Betrachtungen	89
D.1 Anatomie des Auges	89
D.2 Die Wirkungen von Laserstrahlung auf biologisches Gewebe	90
D.3 MZB-Werte und Mittelung der Bestrahlungsstärke	96
D.4 Literaturhinweise	97
Anhang E (informativ) MZB-Werte und GZS, ausgedrückt als Strahldichte	98
E.1 Hintergrund	98

	Seite
E.2 Strahldichtewerte.....	98
E.3 Begründung.....	99
Anhang F (informativ) Zusammenfassende Tabellen	102
Anhang G (informativ) Übersicht über die zugehörigen Teile der IEC 60825.....	105
Literaturhinweise	107
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	109

Bilder

Bild 1 – Messanordnung zur Begrenzung des Empfangswinkels durch Abbildung der scheinbaren Quelle auf die Ebene der Feldblende	43
Bild 2 – Messanordnung zur Begrenzung des Empfangswinkels durch Anordnen einer kreisförmigen Blende oder Maske (die als Feldblende dient) dicht bei der scheinbaren Quelle	44
Bild 3 – Warnschild – Gefahrensymbol	51
Bild 4 – Hinweisschild – Erklärende Beschriftung	52
Bild 5 – Alternative Kennzeichnung für Klasse 1	53
Bild 6 – Alternative Kennzeichnung für Klasse 1M	53
Bild 7 – Alternative Kennzeichnung für Klasse 1C.....	54
Bild 8 – Alternative Kennzeichnung für Klasse 2	54
Bild 9 – Alternative Kennzeichnung für Klasse 2M	54
Bild 10 – Alternative Kennzeichnung für Klasse 3R.....	55
Bild 11 – Alternative Kennzeichnung für Klasse 3B	55
Bild 12 – Alternative Kennzeichnung für Klasse 4	56
Bild 13 – Alternative Kennzeichnung der Strahlaustrittsöffnung	56
Bild B.1 – Flussdiagramm zur Klassifizierung von Lasereinrichtungen auf Grund angegebener Ausgangsdaten	75
Bild B.2 – Flussdiagramm zur Klassifizierung von Lasereinrichtungen der Klasse 1M und der Klasse 2M.....	76
Bild B.3 – GZS für Ultraviolett-Lasereinrichtungen der Klasse 1 für ausgewählte Emissionsdauern von 10^{-9} s bis 10^3 s	77
Bild B.4 – GZS für Ultraviolett-Lasereinrichtungen der Klasse 1 für ausgewählte Emissionsdauern von 10^{-9} s bis 10^3 s bei ausgewählten Wellenlängen	77
Bild B.5 – GZS für sichtbare und ausgewählte Infrarot-Lasereinrichtungen der Klasse 1 (für $C_6 = 1$)	78
Bild D.1 – Anatomie des Auges.....	89
Bild D.2 – Darstellung laserinduzierter Schäden an biologischen Systemen	91
Bild E.1 – Strahldichte als Funktion der Wellenlänge	98

Tabellen

Tabelle 1 – Additive Wirkung der Strahlung auf Auge und Haut in verschiedenen Spektralbereichen	24
Tabelle 2 – Zeiten, unterhalb deren die Impulsgruppen aufsummiert werden.....	28
Tabelle 3 – Grenzwerte zugänglicher Strahlung für Lasereinrichtungen der Klasse 1 und der Klasse 1M und $C_6 = 1$	34

Tabelle 4 – Grenzwerte zugänglicher Strahlung für Lasereinrichtungen der Klasse 1 und der Klasse 1M im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 1 400 nm (Bereich der Netzhautgefährdung) für ausgedehnte Quellen	35
Tabelle 5 – Grenzwerte zugänglicher Strahlung für Lasereinrichtungen der Klasse 2 und der Klasse 2M	36
Tabelle 6 – Grenzwerte zugänglicher Strahlung für Lasereinrichtungen der Klasse 3R und $C_6 = 1$	37
Tabelle 7 – Grenzwerte zugänglicher Strahlung für Lasereinrichtungen der Klasse 3R im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 1 400 nm (Bereich der Netzhautgefährdung) für ausgedehnte Quellen	38
Tabelle 8 – Grenzwerte zugänglicher Strahlung (GZS) für Lasereinrichtungen der Klasse 3B	39
Tabelle 9 – Korrekturfaktoren und Knickpunkte für Bewertungen der GZS und MZB-Werte.....	40
Tabelle 10 – Durchmesser der Messblenden und Messabstände für die vereinfachte Standard-Bewertung.....	42
Tabelle 11 – Bezugspunkte für Bedingung 3.....	42
Tabelle 12 – Grenzeinfallswinkel γ_{ph}	44
Tabelle 13 – Anforderungen für Sicherheitsverriegelungen	46
Tabelle A.1 – Maximal zulässige Bestrahlung (MZB) der Hornhaut für $C_6 = 1$, ausgedrückt in Bestrahlung oder Bestrahlungsstärke	64
Tabelle A.2 – Maximal zulässige Bestrahlung (MZB) der Hornhaut durch ausgedehnte Quellen im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 1 400 nm (Bereich der Netzhautgefährdung), ausgedrückt in Bestrahlung oder Bestrahlungsstärke.....	65
Tabelle A.3 – Maximal zulässige Bestrahlung (MZB) der Hornhaut nach Tabelle A.1 ($C_6 = 1$) im Wellenlängenbereich 400 nm bis 1 400 nm, ausgedrückt in Leistung oder Energie	66
Tabelle A.4 – Maximal zulässige Bestrahlung (MZB) nach Tabelle A.2 (ausgedehnte Quellen) im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 1 400 nm (Bereich der Netzhautgefährdung), ausgedrückt in Leistung oder Energie.....	67
Tabelle A.5 – Maximal zulässige Bestrahlung (MZB) für die Einwirkung von Laserstrahlung auf die Haut	69
Tabelle A.6 – Blendendurchmesser für die Messung der Bestrahlungsstärke und der Bestrahlung durch Laser.....	70
Tabelle D.1 – Zusammenfassung pathologischer Wirkungen in Verbindung mit übermäßiger Lichteinwirkung.....	93
Tabelle D.2 – Erklärung der für die MZB-Werte zu verwendenden Messblenden	96
Tabelle E.1 – Maximale Strahldichte einer diffusen Quelle für Klasse 1	99
Tabelle F.1 – Zusammenfassung der in diesem Teil 1 verwendeten physikalischen Größen	102
Tabelle F.2 – Zusammenfassung von Anforderungen an den Hersteller.....	103
Tabelle G.1 – Übersicht über zusätzliche Daten in anderen Teilen der IEC 60825.....	106

1 Anwendungsbereich

IEC 60825-1 ist für die Sicherheit von Lasereinrichtungen anzuwenden, die im Wellenlängenbereich von 180 nm bis 1 mm Laserstrahlung emittieren.

Obwohl es Laser gibt, die bei kürzeren Wellenlängen als 180 nm strahlen (im Vakuum-Ultraviolett), gehören diese nicht zum Anwendungsbereich der Norm, da der Laserstrahl dann normalerweise in einer evakuierten Einhausung eingeschlossen ist und damit die potenziellen Gefährdungen durch die optische Strahlung schon an sich minimal sind.

Eine Lasereinrichtung kann aus einem einzigen Laser mit oder ohne getrenntes Versorgungsgerät bestehen, oder sie kann einen oder mehrere Laser in einem komplexen optischen, elektrischen oder mechanischen System umfassen. Lasereinrichtungen werden typischerweise zur Demonstration physikalischer und optischer Erscheinungen, zur Materialbearbeitung, zum Lesen von Daten und deren Speicherung, zur Übertragung und Anzeige von Informationen usw. eingesetzt. Solche Systeme werden in der Industrie, im kaufmännischen Bereich, im Unterhaltungssektor, in der Forschung, der Ausbildung, der Medizin und als Verbraucherprodukte eingesetzt.

Lasereinrichtungen, die an andere Hersteller als Komponenten für beliebige Systeme zum Weiterverkauf geliefert werden, sind nicht Gegenstand von IEC 60825-1, weil das Endprodukt selbst Gegenstand dieser Norm sein wird. Wenn das Lasersystem jedoch aus der Lasereinrichtung ausgebaut betrieben werden kann, gelten die Anforderungen dieses Teils 1 für diesen ausbaubaren Teil.

ANMERKUNG 1 Betriebsbereite Geräte benötigen kein Werkzeug, um sie für den Betrieb vorzubereiten.

Lasereinrichtungen sind von den Anforderungen dieses Teils 1 ausgenommen, wenn die Klassifizierung durch den Hersteller nach den [Abschnitten 4](#) und [5](#) ergibt, dass die abgestrahlte Leistung unter allen Betriebsbedingungen, während Wartung, Service und im Fehlerfall nicht den GZS (Grenzwert zugänglicher Strahlung) für Laser Klasse 1 übersteigt.

ANMERKUNG 2 Die obige Ausnahme soll sicherstellen, dass inhärent sichere Lasereinrichtungen nicht unnötigerweise den [Abschnitten 6](#), [7](#), [8](#) und [9](#) der Norm unterworfen werden.

Zusätzlich zu den negativen Auswirkungen, die potenziell aus einer Exposition durch Laserstrahlung resultieren, können bestimmte Lasereinrichtungen von weiteren Gefährdungen begleitet sein, wie Elektrizität, Chemikalien und hohe oder niedrige Temperaturen. Laserstrahlung kann vorübergehende Sehbeeinträchtigungen, beispielsweise Blendungen, verursachen. Diese Effekte hängen von der Tätigkeit und dem Ausmaß der Umgebungsbeleuchtungsstärke ab und sind jenseits des Anwendungsbereichs dieses Teils 1. Die Klassifizierung und die anderen Anforderungen dieser Norm beziehen sich ausdrücklich jedoch nur auf die (direkten) Gefährdungen für die Augen und die Haut durch Laserstrahlung. Andere Gefährdungen sind im Anwendungsbereich nicht eingeschlossen.

Dieser Teil 1 beschreibt die Mindestanforderungen. Das Erfüllen der Anforderungen dieses Teils 1 reicht möglicherweise nicht aus, um das erforderliche Niveau der Produktsicherheit zu erreichen. Es kann erforderlich sein, dass Lasereinrichtungen den zutreffenden Anforderungen anderer anzuwendender Sicherheitsnormen bezüglich Auslegung und Prüfung entsprechen.

ANMERKUNG 3 Andere Normen können zusätzliche Anforderungen enthalten. Zum Beispiel kann eine Lasereinrichtung der Klasse 3B oder der Klasse 4 möglicherweise nicht für die Benutzung als Verbraucherprodukt geeignet sein.

Wenn ein Lasersystem in eine Einrichtung eingebaut ist, für die in Bezug auf Sicherheit noch andere IEC-Normen gelten z. B. für medizinische Geräte ([IEC 60601-2-22](#)), Einrichtungen der Informationstechnik (Reihe IEC 60950), Audio- und Videogeräte ([IEC 60065](#)), Einrichtungen für Audio/Video, Informations- und Kommunikationstechnik (IEC 62368-1), Geräte für die Verwendung in gefährlicher Atmosphäre (IEC 60079) oder elektrisches Spielzeug (IEC 62115), gilt dieser Teil 1 nach den Regeln von IEC 104¹⁾ zusätzlich für die

¹⁾ IEC Guide 104:2010, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*.

Gefährdungen durch die Laserstrahlung. Wenn es keine produktspezifische Sicherheitsnorm gibt, kann IEC 61010-1 verwendet werden.

Bei ophthalmischen Instrumenten sollte ISO 15004-2 zur Gewährleistung der Patientensicherheit herangezogen und die dort gegebenen Prinzipien für die Grenzwerte auf die Laserstrahlung angewendet werden (siehe auch Anhang C und Anhang D).

In früheren Ausgaben waren Licht-emittierende Dioden (LEDs) im Anwendungsbereich von IEC 60825-1 eingeschlossen, und sie können in anderen Teilen der Reihe IEC 60825 noch eingeschlossen sein. Mit der Entwicklung von Normen für die Lampensicherheit wird die optische Strahlungssicherheit von LEDs jedoch im Allgemeinen durch die Sicherheitsnormen für Lampen angemessen angesprochen. Dass die LEDs aus dem Geltungsbereich dieses Teils 1 entfernt wurden, schließt nicht aus, dass andere Normen LEDs einschließen, wann immer sie sich auf Laser beziehen. Um die Risikogruppe einer LED oder einer Einrichtung, die eine oder mehrere LEDs enthält, zu bestimmen, kann IEC 62471 verwendet werden. Einige weitere (vertikale) Normen können die Anwendung der Messbedingungen, Klassifizierung, Konstruktion und Kennzeichnungsanforderungen entsprechend dieser Norm (IEC 60825-1) für LED-Produkte fordern.

Laserprodukte, die als konventionelle Lichtquellen ausgelegt sind mit einer zugänglichen Strahldichte unterhalb der in 4.4 spezifizierten Kriterien und die die Anforderungen aus 4.4 erfüllen, können alternativ nach der Normenreihe IEC 62471 „Photobiologische Sicherheit von Lampen und Lampensystemen“ beurteilt werden. Ein solches Produkt verbleibt im Anwendungsbereich dieses Teils der IEC 60825, außer dass die oben beschriebene optische Strahlungsemission für die Klassifizierung nicht zugrunde gelegt werden muss.

Die MZB-Werte (maximal zulässige Bestrahlung) im Anhang A wurden für Laserstrahlung festgelegt und gelten nicht für Begleitstrahlung. Falls jedoch Bedenken bestehen, dass die Begleitstrahlung gefährlich sein könnte, dürfen die MZB-Werte für Laser für eine konservative Abschätzung der möglichen Gefährdungen angewendet werden, oder es können die Expositionsgrenzwerte der IEC 62471 herangezogen werden.

Die MZB-Werte im Anhang A sind nicht für Patienten anwendbar, die zum Zweck medizinischer oder kosmetischer/ästhetischer Behandlung der Laserstrahlung ausgesetzt werden.

ANMERKUNG 4 Die informativen Anhänge A bis G sind zur allgemeinen Anleitung und Erläuterung zahlreicher typischer Fälle aufgenommen worden. Die Anhänge dürfen jedoch nicht als endgültig oder erschöpfend betrachtet werden.

Dieser Teil der IEC 60825 bezweckt Folgendes:

- die Einführung eines Klassifizierungssystems für Laser und Lasereinrichtungen, die im Wellenlängenbereich von 180 nm bis 1 mm emittieren, entsprechend des von ihnen ausgehenden Gefährdungsgrads durch die optische Strahlung sowie Hilfestellung bei der Gefährdungsbeurteilung und bei der Festlegung von Schutzmaßnahmen durch den Benutzer;
- Anforderungen an den Hersteller festzulegen, um Angaben zu liefern, damit angemessene Vorsichtsmaßnahmen ergriffen werden können;
- Sicherstellen angemessener Warnung von Personen durch Aufschriften und Anweisungen über die Gefährdungen, die mit der zugänglichen Strahlung von Lasereinrichtungen verbunden sind;
- die Herabsetzung der Verletzungsmöglichkeiten durch Verringerung von unnötiger zugänglicher Strahlung und durch verbesserte Kontrolle der Gefährdung durch Laserstrahlung mit Hilfe von Schutzvorrichtungen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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 60050 (alle Teile), *International Electrotechnical Vocabulary* (verfügbar unter <http://www.electropedia.org>)

IEC 62471 (alle Teile), *Photobiological safety of lamps and lamp systems*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60050-845 und die folgenden Begriffe.

ANMERKUNG Die Begriffe sind in der englisch-alphabetischen Reihenfolge angeordnet. Abweichungen von IEC 60050-845 sind beabsichtigt und gekennzeichnet. In solchen Fällen wird die Nummer der Definition in IEC 60050-845 in Klammern als Bezug angegeben, mit dem Zusatz „abgeändert“.

3.1

Zugangsklappe

Teil der Schutzeinhausung, das den Zugang zu Laserstrahlung ermöglicht, wenn es abgenommen oder verschoben wird

3.2

zugängliche Strahlung

Höhe der Strahlung, die an einer Stelle und mit den Messblenden (wenn der GZS in den Einheiten Watt oder Joule angegeben ist) oder Grenzblenden (wenn der GZS in den Einheiten $W \cdot m^{-2}$ oder $J \cdot m^{-2}$ angegeben ist) entsprechend [Abschnitt 5](#) bestimmt wurde

Anmerkung 1 zum Begriff: Die zugängliche Strahlung wird dort bestimmt, wo sie für Menschen entsprechend 3.40 zugänglich wird. Die zugängliche Strahlung (während des Betriebs) wird mit dem Grenzwert zugänglicher Strahlung (Begriff 3.3) verglichen, um die Klasse der Lasereinrichtung zu bestimmen. Im Text dieser Norm ist immer die zugängliche Strahlung gemeint, wenn von „Höhe der Emission“ die Rede ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ist der Strahldurchmesser größer als die Messblende, dann ist die in den Einheiten Watt oder Joule angegebene zugängliche Strahlung kleiner als die gesamte von der Lasereinrichtung emittierte Leistung oder Energie. Ist der Strahldurchmesser kleiner als der Durchmesser der Grenzblende, dann ist die zugängliche Strahlung, die in $W \cdot m^{-2}$ oder $J \cdot m^{-2}$ angegeben ist, d. h. als über die Grenzblende gemittelte Bestrahlungsstärke oder Bestrahlung, kleiner als die tatsächliche Bestrahlungsstärke oder Bestrahlung, die der Strahl erzeugt. Siehe auch Messblende ([3.9](#)) und Grenzblende ([3.55](#)).

3.3

Grenzwert zugänglicher Strahlung

GZS

Maximalwert zugänglicher Strahlung, der innerhalb einer bestimmten Klasse zugelassen ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Immer, wenn in dem Text Bezug genommen wird auf „Höhe der Emission, die den GZS nicht überschreitet“ oder auf ähnliche Formulierungen, dann gilt implizit, dass die zugängliche Strahlung entsprechend den in [Abschnitt 5](#) festgelegten Messbedingungen bestimmt wird.

3.4

organisatorische Sicherheitsmaßnahmen

Sicherheitsmaßnahmen nicht konstruktiver Art, wie z. B. Schlüsselüberwachung, Sicherheitsschulung des Personals, Warnhinweise, Verfahren zur Betriebsvorbereitung (countdown) und bereichsbezogene Sicherheitsmaßnahmen

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie können durch den Hersteller vorgegeben werden (siehe [Abschnitt 8](#)).

3.5

Empfangswinkel

γ
ebener Winkel, innerhalb dessen ein Empfänger auf optische Strahlung anspricht, üblicherweise in Radiant gemessen

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Empfangswinkel kann durch Blenden oder optische Elemente vor dem Empfänger (siehe [Bilder 1](#) und [2](#)) eingestellt werden. Der Empfangswinkel wird manchmal auch Gesichtsfeld genannt.

Anmerkung 2 zum Begriff: SI-Einheit: Radiant.

Anmerkung 3 zum Begriff: Der Empfangswinkel sollte nicht mit der Winkelausdehnung der Quelle oder der Strahldivergenz verwechselt werden.

3.6

Winkelausdehnung

ebener Winkel, der durch einen Kreisbogen gebildet wird, als das Verhältnis zwischen der Bogenlänge und dem Bogenradius

Anmerkung 1 zum Begriff: SI-Einheit: Radiant.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für kleine Winkel wird die Winkelausdehnung einer linearen Abmessung in einem bestimmten Abstand berechnet, indem man die Geradenlänge durch die Entfernung dividiert. Bei großen Winkeln muss die Differenz zwischen der Geraden als Kreissehne und dem Bogen berücksichtigt werden.

3.7

Winkelausdehnung der scheinbaren Quelle

α

Winkel, unter dem die scheinbare Quelle, wie in Bild 1 dargestellt, von einem Raumpunkt aus erscheint

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn die Bestrahlungsstärke im Abbild der scheinbaren Quelle eine Gaußsche Bestrahlungsstärkeverteilung hat, wie z. B. bei einer diffusen Reflexion eines TEM₀₀-Strahls, wird α auf Basis der Definition des Strahldurchmessers d_{63} (siehe 3.13) ermittelt. Bei nicht-gleichförmigen Bestrahlungsstärke-Verteilungen oder Mehrfach-Quellen wird α entsprechend 4.3 d) ermittelt.

Anmerkung 2 zum Begriff: SI-Einheit: Radiant.

Anmerkung 3 zum Begriff: Ort und Winkelausdehnung der scheinbaren Quelle hängen vom Ort der Beobachtung im Strahl ab (siehe 3.10).

Anmerkung 4 zum Begriff: Die Winkelausdehnung einer scheinbaren Quelle ist in diesem Teil 1 nur im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 1 400 nm, dem Bereich für die Netzhautgefährdung, anwendbar.

Anmerkung 5 zum Begriff: Die Winkelausdehnung der Quelle sollte nicht mit der Divergenz des Strahls verwechselt werden. Die Winkelausdehnung der Quelle kann nicht größer sein als die Divergenz des Strahls, ist aber üblicherweise kleiner als die Strahldivergenz.

3.8

Austrittsöffnung

jede Öffnung im Schutzgehäuse einer Lasereinrichtung, durch die Laserstrahlung austritt, wodurch die Strahlung für Personen zugänglich wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch Grenzblende (3.55).

3.9

Messblende

Öffnung, die dazu dient, die Fläche zu definieren, über die die Strahlung gemessen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch Grenzblende (3.55).

3.10

scheinbare Quelle

für eine gegebene Stelle zur Bewertung der Netzhautgefährdung das wirkliche oder scheinbare Objekt, das das kleinstmögliche Bild auf der Netzhaut erzeugt (unter Berücksichtigung des Akkommodationsbereiches des menschlichen Auges)

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Akkommodationsbereich des Auges ist als variabel zwischen 100 mm und unendlich anzusehen. Die Stelle der scheinbaren Quelle für einen gegebenen Beobachtungsort im Strahl ist die Stelle, auf die das Auge akkommodiert und dabei die gefährlichste Bedingung bezüglich der Netzhautbestrahlungsstärke erzeugt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Definition wird verwendet, um für einen gegebenen Bewertungsort die Stelle des scheinbaren Ursprungs der Laserstrahlung im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 1 400 nm zu bestimmen. Im Grenzfall verschwindender Divergenz, d. h. im Fall des ideal kollimierten Strahls, liegt die scheinbare Quelle im Unendlichen.

Anmerkung 3 zum Begriff: Im Fall ausgedehnter Quellen mit kreisförmigen Netzhaut-Abbildungen und mit Gauß-Profil kann die d_{63} -Definition zur Bestimmung der Winkelausdehnung der scheinbaren Quelle α verwendet werden.

3.11

Strahl

Laserstrahlung, die durch Richtung, Divergenz, Durchmesser oder Bewegungseigenschaften charakterisiert werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Gestreute Strahlung von einer nicht spiegelnden Reflexion wird nicht als Strahl angesehen.

3.12

Strahlabschwächer

Bauteil, das die Laserstrahlung auf oder unter einen festgelegten Wert oder um einen bestimmten Bruchteil abschwächt

3.13

Strahldurchmesser

Strahlweite

d_u

Durchmesser des kleinsten Kreises, der u % der gesamten Laserleistung (oder Energie) beinhaltet

Anmerkung 1 zum Begriff: In dieser Norm wird d_{63} benutzt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Strahltaile ist diejenige Position im Strahl, wo der Strahldurchmesser am kleinsten ist.

Anmerkung 3 zum Begriff: SI-Einheit: Meter.

Anmerkung 4 zum Begriff: Diese Definition des Strahldurchmessers sollte nicht allgemein zur Bestimmung der Winkelausdehnung der scheinbaren Quelle, α , verwendet werden, da die Definitionen unterschiedlich sind. Im Falle einer Gaußschen Intensitätsverteilung des Abbilds der scheinbaren Quelle kann d_{63} jedoch zur Bestimmung der Winkelausdehnung der scheinbaren Quelle α verwendet werden. Bei nicht-Gaußscher Bestrahlungsstärkeverteilung im Abbild der scheinbaren Quelle ist die in 4.3 d) beschriebene Methode anzuwenden.

Anmerkung 5 zum Begriff: Für ein Gaußsches Strahlbündel entspricht d_{63} den Punkten, an denen die Bestrahlungsstärke oder Bestrahlung auf 1/e des Maximalwertes in der Mitte abfällt.

Anmerkung 6 zum Begriff: Die Durchmesserdefinition über das zweite Moment (wie in ISO 11146-1 definiert), ist für die Anwendung für Strahlprofile mit hohen zentralen Strahlungsspitzen und niedrigem Untergrund nicht geeignet, wie sie durch instabile Resonatoren im Fernfeld erzeugt werden. Die Leistung, die durch eine Blende fällt, kann wesentlich unterschätzt werden, wenn das zweite Moment verwendet und die Leistung unter der Annahme eines Gaußschen Strahlprofils berechnet wird.

3.14

Strahldivergenz

ebener Winkel im Fernfeld, der durch den Kegel des Strahldurchmessers festgelegt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn die Strahldurchmesser (siehe 3.13) an zwei im Abstand r voneinander liegenden Punkten d'_{63} und d_{63} betragen, ist die Divergenz:

$$\varphi_{63} = 2 \arctan \left(\frac{d'_{63} - d_{63}}{2r} \right)$$

Anmerkung 2 zum Begriff: SI-Einheit: Radiant.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die Durchmesserdefinition über das zweite Moment (ISO 11146-1) ist für Strahlprofile mit hohen zentralen Strahlungsspitzen und niedrigem Untergrund, wie sie durch instabile Resonatoren im Fernfeld erzeugt werden, oder für Strahlprofile mit durch Blenden erzeugten Beugungsmustern nicht geeignet.

3.15

Strahlaufweiter

Kombination optischer Elemente, die den Durchmesser eines Laserstrahls vergrößert

3.16

Komponente im Strahlengang

optische Komponente, die im definierten Strahlengang liegt

BEISPIEL Ein Spiegel zur Steuerung des Strahlengangs, eine abbildende Linse oder ein Diffusor.

3.17

Strahlfänger

Bauteil, das den Weg des Laserstrahls am Ende abschließt

3.18

Lasereinrichtung der Klasse 1

jede Lasereinrichtung, die während des Normalbetriebes keinen Zugang zu zugänglicher Laserstrahlung oberhalb der Grenzwerte zugänglicher Strahlung für Klasse 1 bei den zutreffenden Wellenlängen und Emissionsdauern erlaubt (siehe 5.3) und 4.3 e))

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch die Einschränkungen des Klassifizierungsschemas in [Anhang C](#).

Anmerkung 2 zum Begriff: Da die Prüfungen zur Bestimmung der Klassifizierung der Einrichtung auf Tests während des Normalbetriebs begrenzt sind, kann es im Fall von gekapselten Lasereinrichtungen, abhängig vom Produkt, der Fall sein, dass während Service oder Wartungsarbeiten (siehe 6.2.1), wenn die Verriegelungseinrichtungen der Zugangsklappen außer Kraft gesetzt wurden oder das Produkt geöffnet oder demontiert wurde, Strahlung oberhalb des GZS der Klasse des Produktes zugänglich werden kann.

3.19

Lasereinrichtung der Klasse 1C

jede Lasereinrichtung, die ausdrücklich für die Kontakt-Anwendung auf der Haut oder an Gewebe mit Ausnahme der Augen entwickelt wird und die:

- während des Betriebs eine Augengefährdung durch konstruktive Maßnahmen verhindert, d. h. die zugängliche Strahlung wird gestoppt oder auf ein Niveau unterhalb der GZS der Klasse 1 reduziert, wenn der Laser/Applikator vom Kontakt mit der Haut oder dem Gewebe abgehoben wird,
- während des Betriebs und im direkten Kontakt mit der Haut bzw. mit dem Gewebe, mit Ausnahme der Augen, die Bestrahlungsstärke oder Bestrahlung die MZB übersteigen kann, so wie es für die vorgesehene Behandlungsprozedur notwendig ist,
- den Anforderungen der anzuwendenden vertikalen Normen genügt.

Anmerkung 1 zum Begriff: Es reicht nicht aus, eine Einrichtung nur nach IEC 60825-1 ohne Berücksichtigung der in den zutreffenden vertikalen Produktsicherheitsnormen spezifizierten Anforderungen als Klasse 1C zu klassifizieren. Siehe auch die Grenzen der Klassifizierung in [Anhang C](#).

Anmerkung 2 zum Begriff: Da die abgegebene Strahlung den zutreffenden MZB-Wert für die Haut überschreiten kann, kann der Strahlausgang eines Lasers der Klasse 1C potenziell gefährlich für das Zielgewebe sein. Die Festlegung angemessener Begrenzungen der unter Kontaktbedingungen zugänglichen Strahlung, z. B. bei einem möglichen Kontakt mit den Augenlidern, ist jenseits des Anwendungsbereichs dieser Norm und wird in den zutreffenden vertikalen Normen getroffen.

Anmerkung 3 zum Begriff: Da die Prüfungen zur Bestimmung der Klassifizierung der Einrichtung auf Prüfungen während des Normalbetriebs beschränkt sind, kann es bei gekapselten Lasereinrichtungen, abhängig vom Produkt, der Fall sein, dass während Service oder Wartungsarbeiten (siehe 6.2.1), wenn die Verriegelungseinrichtungen der Zugangsklappen außer Kraft gesetzt wurden oder das Produkt geöffnet oder demontiert wurde, Strahlung oberhalb der GZS der Klasse 1 zugänglich werden kann.

3.20

Lasereinrichtung der Klasse 1M

jede Lasereinrichtung im Wellenlängenbereich zwischen 302,5 nm und 4 000 nm, die während des Normalbetriebes keinen Zugang zu zugänglicher Strahlung (siehe 3.2) oberhalb der GZS der Klasse 1 für die zutreffenden Wellenlängen und Emissionsdauern erlaubt (siehe 4.3 e)), wobei die Höhe der Strahlung nach 5.3 a) gemessen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch die Einschränkungen des Klassifizierungsschemas in [Anhang C](#).

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Ausgangsstrahlung einer Lasereinrichtung der Klasse 1M ist möglicherweise gefährlich, wenn diese mit teleskopischen Optiken, wie z. B. einem Teleskop oder Binokular, betrachtet wird (siehe 5.3 a)).

Anmerkung 3 zum Begriff: Da die Prüfungen zur Bestimmung der Klassifizierung der Einrichtung auf Prüfungen während des Normalbetriebs begrenzt sind, kann es bei gekapselten Lasereinrichtungen, abhängig vom Produkt, der Fall sein, dass während Service oder Wartungsarbeiten (siehe 6.2.1), wenn die Verriegelungseinrichtungen der Zugangsklappen außer Kraft gesetzt wurden oder das Produkt geöffnet oder demontiert wurde, Strahlung oberhalb der GZS der Klasse des Produktes zugänglich werden kann.

3.21

Lasereinrichtung der Klasse 2

jede Lasereinrichtung im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm, die während des Normalbetriebes keinen Zugang zu zugänglicher Strahlung (siehe 3.2) oberhalb der GZS der Klasse 2 für die zutreffenden Wellenlängen und Emissionsdauern erlaubt (siehe 5.3 c))

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch die Einschränkungen des Klassifizierungsschemas in [Anhang C](#).

Anmerkung 2 zum Begriff: Da die Prüfungen zur Bestimmung der Klassifizierung der Einrichtung auf Prüfungen während des Normalbetriebs begrenzt sind, kann es bei gekapselten Lasereinrichtungen, abhängig vom Produkt, der Fall sein, dass während Service oder Wartungsarbeiten (siehe 6.2.1), wenn die Verriegelungseinrichtungen der Zugangsklappen außer Kraft gesetzt wurden oder das Produkt geöffnet oder demontiert wurde, Strahlung oberhalb der GZS der Klasse des Produktes zugänglich werden kann.

3.22

Lasereinrichtung der Klasse 2M

jede Lasereinrichtung im Wellenlängenbereich zwischen 400 nm und 700 nm, die während des Normalbetriebes keinen Zugang zu zugänglicher Strahlung (siehe 3.2) oberhalb der GZS der Klasse 2 für die zutreffenden Wellenlängen und Emissionsdauern erlaubt (siehe 4.3 e)), wobei die Höhe der Strahlung nach 5.3 c) gemessen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch die Einschränkungen des Klassifizierungsschemas in [Anhang C](#).

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Ausgangsstrahlung einer Lasereinrichtung der Klasse 2M ist möglicherweise gefährlich, wenn diese mit teleskopischen Optiken, wie z. B. einem Teleskop oder Binokular, betrachtet wird (siehe 5.3 c)).

Anmerkung 3 zum Begriff: Da die Prüfungen zur Bestimmung der Klassifizierung der Einrichtung auf Prüfungen während des Normalbetriebs begrenzt sind, kann es bei gekapselten Lasereinrichtungen, abhängig vom Produkt, der Fall sein, dass während Service oder Wartungsarbeiten (siehe 6.2.1), wenn die Verriegelungseinrichtungen der Zugangsklappen außer Kraft gesetzt wurden oder das Produkt geöffnet oder demontiert wurde, Strahlung oberhalb der GZS der Klasse des Produktes zugänglich werden kann.

3.23

Lasereinrichtungen der Klasse 3R und der Klasse 3B

jede Lasereinrichtung, die während des Normalbetriebs Zugang zu zugänglicher Strahlung (siehe 3.2) erlaubt, die die GZS der Klasse 1 bzw. Klasse 2 übersteigt, aber keinen Zugang zu zugänglicher Strahlung oberhalb der GZS der Klasse 3R bzw. Klasse 3B für beliebige Emissionsdauern und Wellenlängen erlaubt (siehe 5.3 d) und 5.3 e))

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch die Einschränkungen des Klassifizierungsschemas in [Anhang C](#).

Anmerkung 2 zum Begriff: Lasereinrichtungen der Klasse 1M und der Klasse 2M können, abhängig von ihren optischen Eigenschaften, Ausgangsleistungen oberhalb oder unterhalb des GZS der Klasse 3R haben.

Anmerkung 3 zum Begriff: Da die Prüfungen zur Bestimmung der Klassifizierung der Einrichtung auf Prüfungen während des Normalbetriebs begrenzt sind, kann es bei gekapselten Lasereinrichtungen, abhängig vom Produkt, der Fall sein, dass während Service oder Wartungsarbeiten, wenn die Verriegelungseinrichtungen der Zugangsklappen außer Kraft gesetzt wurden oder das Produkt geöffnet oder demontiert wurde, Strahlung oberhalb der GZS der Klasse des Produktes zugänglich werden kann.

3.24

Lasereinrichtung der Klasse 4

jede Lasereinrichtung, die menschlichen Zugang zu Laserstrahlung erlaubt (zugängliche Strahlung, siehe 3.2), die den GZS der Klasse 3B übersteigt (siehe 5.3 f))

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch die Einschränkungen des Klassifizierungsschemas in [Anhang C](#).

3.25

Begleitstrahlung

jede elektromagnetische Strahlung im Wellenlängenbereich zwischen 180 nm und 1 mm, mit Ausnahme von Laserstrahlung, die von einer Lasereinrichtung im Normalbetrieb als dessen Ergebnis oder auf Grund physikalischer Notwendigkeit emittiert wird

3.26

kollimierter (gebündelter) Strahl

Strahlenbündel mit sehr kleiner Winkeldivergenz oder -konvergenz

3.27

Kontaktbetrieb

Einsatz einer Lasereinrichtung, deren Strahlzuführungssystem in engem Kontakt zum vorgesehenen Zielobjekt steht

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Strahlzuführungssystem muss dabei nicht in „physikalischem“ Kontakt sein. Unter der Voraussetzung, dass angemessene technische Schutzmaßnahmen realisiert sind, kann es sich beispielsweise dicht am vorgesehenen Zielobjekt befinden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Definition ist für Produkte, die als Klasse 1C klassifiziert sind, relevant.

3.28

Dauerstrich

CW

(en: continuous wave)

Laser mit kontinuierlicher Ausgangsleistung, der über einen Zeitraum von mindestens 0,25 s strahlt

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Anmerkung gilt nur für die französische Sprache.

3.29

definierter Strahlweg

beabsichtigter Strahlweg für den Laserstrahl innerhalb der Lasereinrichtung

3.30

Lasereinrichtung für Vorführzwecke

jede Lasereinrichtung, die zum Zwecke der Vorführung, Unterhaltung, Werbung, Anzeige oder der künstlerischen Darstellung hergestellt, konstruiert oder vorgesehen ist oder für diesen Zweck beworben wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „Lasereinrichtungen für Vorführzwecke“ ist nicht anwendbar auf Lasereinrichtungen, die für andere Anwendungen konstruiert oder vorgesehen sind, obwohl sie zur Vorführung solcher Anwendungen benutzt werden können.

3.31

diffuse Reflexion

Veränderung der räumlichen Verteilung eines Strahlenbündels nach der Streuung durch eine Oberfläche oder ein Medium in viele Richtungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein vollkommen diffus streuendes Material zerstört jede Korrelation zwischen den Richtungen der einfallenden und wieder reflektierten Strahlung.

[QUELLE: IEC 60050-845:1987, 845-04-47, modifiziert – Die Definition wurde komplett umformuliert.]

3.32

gekapselte Lasereinrichtung

im Sinne dieses Teils 1 eine Lasereinrichtung, die auf Grund von Konstruktionsmerkmalen, die die zugängliche Strahlung begrenzen, einer niedrigeren Klasse zugeordnet ist, als es den eigentlichen Werten des eingebauten Lasers entspricht

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Lasereinrichtung in der gekapselten Lasereinrichtung wird umschlossene Lasereinrichtung oder umschlossenes Lasersystem genannt.

3.33

Emissionsdauer

zeitliche Dauer eines Impulses, eines Pulszuges oder einer Impulsfolge oder des Dauerbetriebes, in der Zugang zu Laserstrahlung möglich ist, wenn die Lasereinrichtung betrieben, gewartet oder instand gesetzt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Für einen einzelnen Impuls ist dies die Dauer zwischen dem halben Spitzenwert der ansteigenden und dem entsprechenden Wert auf der abfallenden Flanke. Für eine Impulsfolge (oder Teile einer Impulsfolge) ist dies die Dauer zwischen dem ersten halben Spitzenwert des führenden Impulses und dem letzten halben Spitzenwert des abschließenden Impulses.

3.34

vagabundierende Laserstrahlung

Laserstrahlung, die vom vordefinierten oder vorgesehenen Strahlweg abweicht

Anmerkung 1 zum Begriff: Zu dieser Art Strahlung gehören unerwünschte Reflexionen von Komponenten im Strahlengang und durch falsch justierte oder beschädigte Komponenten abgelenkte Strahlung.

3.35

Einwirkungsdauer

Dauer eines Impulses, eines Pulszuges oder einer Impulsfolge oder Daueremission von Laserstrahlung, die auf den menschlichen Körper einwirkt

Anmerkung 1 zum Begriff: Für einen einzelnen Impuls ist dies die Dauer zwischen dem halben Spitzenwert der ansteigenden und dem entsprechenden Wert auf der abfallenden Flanke. Für eine Impulsfolge (oder Teile eines Impulszuges) ist dies die Dauer zwischen dem ersten halben Spitzenwert des führenden Impulses und dem letzten halben Spitzenwert des abschließenden Impulses.

3.36

Blick in eine ausgedehnte Quelle

Sehbedingung, bei der das Auge die scheinbare Quelle in einem Abstand von 100 mm oder mehr unter einem Winkel sieht, der größer als der kleinste Grenzwinkel ($\alpha_{\min}$) ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei der Betrachtung der Gefahren einer thermischen Netzhautverletzung werden in dieser Norm zwei Bedingungen für ausgedehnte Quellen berücksichtigt: mittelgroße Quellen und große Quellen. Sie werden zur Unterscheidung von Quellen mit Winkelausdehnungen der scheinbaren Quelle zwischen $\alpha_{\min}$ und $\alpha_{\max}$ (mittelgroße Quellen) und größer als $\alpha_{\max}$ (große Quellen) verwendet. Siehe auch 3.82.

Anmerkung 2 zum Begriff: Beispiele, wo der Faktor C_6 (4.3 c)) und Tabelle 9 größer als 1 werden kann, sind der Blick auf bestimmte diffus gestreute Laserquellen, diffuse Reflexionen und auf bestimmte Linienlaser und Anordnungen von Laserdioden.

3.37

augensicher

zugängliche Strahlung unterhalb des GZS von Klasse 1 oder eine Exposition unterhalb des MZB-Wertes für das Auge für eine gegebene Einwirkungsdauer

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff wird inkorrekterweise in einigen Werbematerialien für Laseremissionen in einem Wellenlängenbereich größer als 1 400 nm verwendet, da dort höhere Expositionsgrenzen im Vergleich zum Bereich der Netzhautgefährdung vorliegen. Der Begriff „augensicherer Laser“ darf nur zur Beschreibung von Klasse-1-Produkten verwendet werden. Selbst wenn Klasse 1 als augensicher bezeichnet werden kann, können durch sichtbare Emissionen immer noch Sehstörungen, wie z. B. Blendungen, „Blitzlichtblindheit“ und Nachbilder, aus dem direkten Blick in den Strahl resultieren.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Begriff „augensicherer Laser“ kann nicht zur Beschreibung eines Lasers verwendet werden, nur weil dessen Ausgangswellenlänge größer als 1 400 nm ist, da Laser jeglicher Wellenlänge mit ausreichender Ausgangsleistung Verletzungen erzeugen können.

3.38

ausfallsicher

Konstruktionsmaßnahme, bei der das Versagen einer Komponente die Gefährdung nicht erhöht

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Fehlerfall wird die Einrichtung abgeschaltet bzw. vergrößert sich die Gefährdung nicht.

3.39

Sicherheitsverriegelung (ausfallsicher)

Verriegelung, deren beabsichtigte Wirkung im Fehlerfall der Verriegelung nicht aufgehoben wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Zum Beispiel eine Verriegelung, die zwangsläufig in die AUS-Stellung geht, sobald eine klappbare Abdeckung sich zu öffnen beginnt oder bevor eine abnehmbare Abdeckung entfernt worden ist, und die zwangsläufig in der AUS-Stellung gehalten wird, bis die klappbare Abdeckung geschlossen oder die abnehmbare Abdeckung in der geschlossenen Stellung verriegelt ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für den Zweck dieses Teils 1 begrenzt eine Sicherheitsverriegelung in der AUS-Stellung den Strahl oder reduziert die Ausgangsleistung auf das erforderliche Niveau. Im Fall, dass elektrische, elektronische oder

programmierbare Komponenten benutzt werden, können IEC 61508 oder ISO 13849 zur Ermittlung der Zuverlässigkeit der Verriegelung benutzt werden.

3.40

Zugänglichkeit

- a) Möglichkeit, einen Körperteil einer Laserstrahlung, die von einer Lasereinrichtung ausgeht, auszusetzen, d. h., Strahlung kann außerhalb des Schutzgehäuses aufgefangen werden, oder
- b) Möglichkeit, dass eine zylindrische Probe mit 100 mm Durchmesser und von 100 mm Länge von Strahlung der Klasse 3B und darunter getroffen wird, oder
- c) Möglichkeit, dass eine menschliche Hand oder ein Arm von Strahlung oberhalb des GZS von Klasse 3B getroffen wird,
- d) außerdem für Strahlung entsprechend Klasse 3B oder Klasse 4 innerhalb des Schutzgehäuses die Möglichkeit, dass irgendein Teil des menschlichen Körpers von gefährlicher Laserstrahlung getroffen wird, die direkt durch irgendwie eingeführte ebene Oberflächen aus dem Inneren der Einrichtung durch irgendeine Öffnung ihres Schutzgehäuses reflektiert wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Für Lasereinrichtungen, in die hineingegangen werden kann, muss die Strahlung sowohl innerhalb als auch außerhalb des Schutzgehäuses betrachtet werden, um die Zugänglichkeit zu ermitteln. Zugänglichkeit innerhalb des Schutzgehäuses kann durch technische Maßnahmen, wie z. B. automatische Detektionssysteme, verhindert werden.

3.41

zeitliches Integral der Strahldichte

L_t

Integral der Strahldichte über eine gegebene Einwirkungsdauer, ausgedrückt als Strahlungsenergie je strahlende Oberfläche und je Raumwinkel der Strahlung

Anmerkung 1 zum Begriff: In den ICNIRP-Empfehlungen wird diese Größe auch als Strahldichtedosis bezeichnet und das Symbol D verwendet.

Anmerkung 2 zum Begriff: SI-Einheit: Joule je Quadratmeter je Steradian ($\text{J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$).

3.42

direkter Blick in den Strahl

alle Sehbedingungen, bei denen das Auge einem direkten oder einem spiegelnd reflektierten Laserstrahl ausgesetzt ist, im Gegensatz zur Betrachtung von z. B. diffusen Reflexionen

3.43

Bestrahlungsstärke

E

Quotient der Strahlungsleistung $d\Phi$, die auf ein Flächenelement einfällt, geteilt durch die Fläche dA dieses Elements

$$E = \frac{d\Phi}{dA}$$

Anmerkung 1 zum Begriff: SI-Einheit: Watt je Quadratmeter ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$).

3.44

Laser

jedes Bauteil, das dazu benutzt werden kann, elektromagnetische Strahlung im Wellenlängenbereich von 180 nm bis 1 mm primär durch den Vorgang der kontrollierten stimulierten Emission zu erzeugen oder zu verstärken

[QUELLE: IEC 60050-845:1987, 845-04-39, modifiziert – Die Definition wurde komplett umformuliert.]

3.45

Laser-Überwachungsbereich

Bereich, in dem der Aufenthalt und die Tätigkeit von Personen zum Schutz vor Laserstrahlungsgefährdung kontrolliert und überwacht werden

3.46

Laser-Energieversorgung

jedes Bauteil, das in Verbindung mit einem Laser dafür vorgesehen ist, die Energie für die Anregung von Elektronen, Ionen oder Molekülen zu liefern

Anmerkung 1 zum Begriff: Allgemeine Energiequellen wie elektrische Netzversorgung oder Batterien werden nicht als Laser-Energieversorgung angesehen.

3.47

Laser-Gefahrenbereich

Bereich, in dem die Exposition des Auges und/oder der Haut die jeweiligen maximal zulässigen Bestrahlungswerte (MZB) übertrifft; siehe Laserbereich (Nominal Ocular Hazard Area, 3.64)

Anmerkung 1 zum Begriff: Um Unklarheiten zu vermeiden, sollten zusätzliche Informationen angegeben werden, ob der Gefahrenbereich auf den Augen- oder Haut-MZB-Werten basiert.

3.48

Lasereinrichtung

jede Einrichtung oder Zusammenstellung von Bauteilen, die einen Laser oder ein Lasersystem darstellt, enthält oder später enthalten sollte

3.49

Laserstrahlung

jede elektromagnetische Strahlung zwischen 180 nm und 1 mm, die als Ergebnis kontrollierter stimulierter Emission von einer Lasereinrichtung emittiert wird

3.50

Laserschutzbeauftragter

Person, die das Fachwissen hat, Gefährdungen durch Laser abzuschätzen und zu beherrschen und die Verantwortung für die Überwachung der Schutzmaßnahmen gegen Lasergefährdung trägt

3.51

Lasersystem

Laser in Kombination mit einer passenden Laser-Energieversorgung, mit oder ohne weitere eingebaute Bauteile

3.52

Licht emittierende Diode

LED

jedes Halbleiter-Bauteil mit einem pn-Übergang, das elektromagnetische Strahlung im Wellenlängenbereich von 180 nm bis 1 mm durch strahlende Rekombination in einem Halbleiter erzeugen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Die optische Strahlung wird hauptsächlich durch den Prozess der spontanen Emission erzeugt, obwohl auch stimulierte Emission daran beteiligt sein kann.

3.53

Grenzempfangswinkel zur Bewertung photochemischer Netzhautgefährdungen

γ_{ph}

ebener Winkel, über welchen die Strahlung gemessen wird und der verwendet wird, um die zugängliche Emission zu bestimmen oder das Expositionsniveau mit den Grenzwerten für photochemischen Netzhautgefährdung zu vergleichen

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Winkel γ_{ph} hängt mit den Augenbewegungen zusammen und hängt nicht von der Winkelausdehnung der Quelle ab. Ist die Winkelausdehnung der Quelle größer als der festgelegte Grenzempfangswinkel γ_{ph} , dann muss der Empfangswinkel γ auf γ_{ph} beschränkt werden, und die Quelle muss nach Stellen mit erhöhter lokaler Strahldichte abgesucht werden. Wird der Empfangswinkel γ zur Messung nicht auf das festgelegte Maß beschränkt, dann kann die Gefährdung überschätzt werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ist die Winkelausdehnung der scheinbaren Quelle kleiner als der festgelegte Grenzempfangswinkel, dann beeinflusst der tatsächliche Empfangswinkel nicht die Messung und braucht nicht beschränkt zu werden, d. h., eine gewöhnliche Radiometeranordnung mit „offenem“ Empfangswinkel kann verwendet werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: SI-Einheit: Radiant.

3.54

Grenzempfangswinkel zur Bewertung thermischer Netzhautgefährdungen

γ_{th}

maximale Winkelausdehnung, die für die Bewertung der thermischen Netzhautgefährdung zu verwenden ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Wert des Empfangswinkels γ kann zwischen α_{min} und α_{max} variieren (siehe 4.3 d) und 5.4.3 b), 2)).

Anmerkung 2 zum Begriff: SI-Einheit: Radiant.

3.55

Grenzblende

kreisförmige Fläche, über die Bestrahlungsstärke und Bestrahlung gemittelt werden

3.56

Wartung

Durchführung jener Justierungen oder Vorgänge, die in den vom Hersteller mit der Lasereinrichtung gelieferten Informationen für den Benutzer beschrieben sind und vom Benutzer ausgeführt werden, um die vorgesehene Funktion der Einrichtung sicherzustellen

Anmerkung 1 zum Begriff: Normalbetrieb oder Service sind darin nicht enthalten.

3.57

größter Grenzwinkel

α_{max}

Wert der Winkelausdehnung der scheinbaren Quelle, oberhalb dessen die MZB-Werte und die Werte der GZS unabhängig von der Größe der Quelle sind

Anmerkung 1 zum Begriff: In Abhängigkeit von der Emissionsdauer kann der Wert von α_{max} zwischen 5 mrad und 100 mrad betragen (siehe Tabelle 9).

Anmerkung 2 zum Begriff: SI-Einheit: Radiant.

3.58

maximale Ausgangsstrahlung

maximal zugängliche Strahlung, die für die Festlegung der Klasse der Lasereinrichtung verwendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Da die Bestimmung der zugänglichen Strahlung neben anderen Bedingungen auch das Betrachten von Einfehlerbedingungen einschließt (siehe 5.1), kann die maximale Ausgangsstrahlung die höchste Ausgangsstrahlung während des Normalbetriebes überschreiten.

3.59

maximal zulässige Bestrahlung

MZB

Höhe der Laserstrahlung, der Personen unter normalen Umständen ausgesetzt sein können, ohne dass schädliche Folgen eintreten

Anmerkung 1 zum Begriff: Die MZB-Werte stellen die maximalen Werte dar, denen das Auge oder die Haut ausgesetzt werden kann, ohne dass damit Verletzungen unmittelbar oder nach einer langen Zeit verbunden sind. Die MZB-Werte sind verknüpft mit der Wellenlänge der Strahlung, der Impulsdauer oder der Einwirkungsdauer, dem gefährdeten Gewebe und, bei Laserstrahlung im sichtbaren und im nah-infraroten Bereich von 400 nm bis 1 400 nm, der Größe des Bildes auf der Netzhaut. Die MZB-Werte sind im Anhang A (entsprechend des derzeitigen Kenntnisstands) angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die MZB-Werte im Anhang A sind informativ und werden angegeben, damit der Hersteller den NOHD berechnen und eine Risikoanalyse durchführen sowie die Benutzer über den sicheren Umgang mit dem Produkt informieren kann. Grenzwerte für das Auge und die Haut von Mitarbeitern am Arbeitsplatz und für die Allgemeinbevölkerung sind in vielen Ländern durch nationale Gesetze spezifiziert. Diese gesetzlich verbindlichen nationalen Expositionsgrenzwerte können von den MZB-Werten des informativen Anhangs A abweichen.

3.60

medizinisches Lasergerät

jede Lasereinrichtung, die zum Zweck der diagnostischen, chirurgischen oder therapeutischen *in vivo*-Laserbestrahlung von Teilen des menschlichen Körpers hergestellt oder konstruiert oder deren Einsatz für diesen Zweck beabsichtigt ist oder beworben wird

3.61

kleinster Grenzwinkel

$\alpha_{\min}$

Wert der Winkelausdehnung der scheinbaren Quelle, oberhalb dessen die Quelle als ausgedehnte Quelle angesehen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die MZB-Werte und die GZSs sind für Winkelausdehnungen, die kleiner als $\alpha_{\min}$ sind, unabhängig von der Größe der Strahlquelle.

Anmerkung 2 zum Begriff: SI-Einheit: Radiant.

Anmerkung 3 zum Begriff: $\alpha_{\min} = 1,5 \text{ mrad}$.

3.62

Modenkopplung

regelmäßiger Mechanismus oder Erscheinung innerhalb eines Laserresonators, der zur Erzeugung einer Folge sehr kurzer (d. h. Sub-Nanosekunden-)Impulse führt

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Erscheinung kann absichtlich herbeigeführt werden oder auch spontan als „selbständige Modenkopplung“ vorkommen. Die dabei auftretenden Spitzenleistungen können beträchtlich höher sein als die mittlere Leistung.

3.63

restriktivste Stelle

Stelle im Strahl, an der das Verhältnis von zugänglicher Strahlung zum GZS maximal ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Sowohl die zugängliche Strahlung als auch der GZS können von der Stelle im Strahl abhängig sein, an der die Bewertung erfolgt. Siehe auch 3.36.

3.64

Laserbereich

NOHA

(en: Nominal Ocular Hazard Area)

Bereich, in dem die Bestrahlungsstärke oder die Bestrahlung die geltende maximal zulässige Bestrahlung (MZB) der Hornhaut des Auges übertrifft, einschließlich der Möglichkeit einer zufälligen Ablenkung des Laserstrahls

Anmerkung 1 zum Begriff: Schließt man die Möglichkeit der Betrachtung mittels optischer Hilfsmittel ein, so wird der entsprechende Bereich „erweiterter Laserbereich“ genannt.

3.65

Sicherheitsabstand

NOHD

(en: Nominal Ocular Hazard Distance)

Entfernung, in der die Bestrahlungsstärke oder die Bestrahlung gleich dem entsprechenden Grenzwert der maximal zulässigen Bestrahlung (MZB) der Hornhaut des Auges ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Schließt man beim Sicherheitsabstand auch die Möglichkeit der Betrachtung mit optischen Hilfsmitteln ein, so wird vom „erweiterten Sicherheitsabstand“ (ENOHD) gesprochen.

3.66

Normalbetrieb

Betrieb einer Lasereinrichtung im gesamten vorgesehenen Funktionsbereich

Anmerkung 1 zum Begriff: Wartung und Service sind darin nicht enthalten.

3.67

Grenzwert für photochemische Gefährdung

entweder ein MZB-Wert oder ein GZS, der hergeleitet wurde, um Personen vor den schädlichen photochemischen Wirkungen zu schützen

Anmerkung 1 zum Begriff: Im ultravioletten Wellenlängenbereich schützt der Grenzwert für photochemische Gefährdung gegen schädliche Wirkungen an Hornhaut und Linse, während der Grenzwert für photochemische Netzhautgefährdung im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 600 nm gegen Photoreinitis schützt – eine photochemische Netzhautverletzung durch Bestrahlung.

3.68

Schutzgehäuse

jene Teile einer Lasereinrichtung (einschließlich einer Einrichtung, die einen gekapselten Laser enthält), die dafür vorgesehen sind, Zugang zu Laserstrahlung zu verhindern, die den vorgeschriebenen GZS übersteigt (gewöhnlich vom Hersteller angebracht oder montiert)

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe 5.1 für Prüfanforderungen für angemessene Schutzgehäuse, um menschlichen Zugang zu verhindern.

3.69

Impulsdauer

Zeitintervall zwischen den Halbwerten der Spitzenleistung in der ansteigenden und der abfallenden Flanke eines Impulses

3.70

Impulslaser

Laser, der seine Energie in Form eines Einzelimpulses oder einer Impulsfolge abgibt

Anmerkung 1 zum Begriff: In diesem Teil 1 ist die Zeitdauer eines Impulses kleiner als 0,25 s.

3.71

Strahldichte

L

Größe, definiert durch die Gleichung

$$L = \frac{d\Phi}{dA \cdot \cos \theta \cdot d\Omega}$$

Dabei ist

$d\Phi$ die Strahlungsleistung in einem elementaren Strahl, der durch den gegebenen Punkt geht und sich in dem Raumwinkel $d\Omega$, der die gegebene Richtung enthält, ausbreitet;

dA die Fläche dieses Bündels, die den gegebenen Punkt enthält;

θ der Winkel zwischen der Senkrechten der Querschnittsfläche und der Richtung des Bündels.

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition ist eine Vereinfachung der Definition IEC 845-01-34, die für Zwecke dieses Teils 1 ausreichend ist. In Zweifelsfällen gilt die IEC-Definition.

Anmerkung 2 zum Begriff: SI-Einheit: Watt je Quadratmeter je Steradian ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$).

[QUELLE: IEC 60050-845:1987, 845-01-34, modifiziert – Die Definition wurde vereinfacht.]

3.72

Strahlungsenergie

Q

Zeitintegral der Strahlungsleistung über eine bestimmte Zeitdauer Δt

$$Q = \int_{\Delta t} \Phi \cdot dt$$

Anmerkung 1 zum Begriff: SI-Einheit: Joule (J).

[QUELLE: IEC 60050-845:1987, 845-01-27, modifiziert – Die Definition wurde vereinfacht.]

3.73

Bestrahlung Energiedichte

H

an einem Punkt der Oberfläche der Quotient aus der Strahlungsenergie, die auf ein Flächenelement trifft, das diesen Punkt enthält, und der Fläche dieses Elementes

$$H = \frac{dQ}{dA} = \int E \cdot dt$$

Anmerkung 1 zum Begriff: SI-Einheit: Joule je Quadratmeter ($J \cdot m^{-2}$).

3.74

Strahlungsleistung Strahlungsfluss

Φ, P

in Form von Strahlung ausgesandte, durchgelassene oder empfangene Leistung

$$\Phi = \frac{dQ}{dt}$$

Anmerkung 1 zum Begriff: SI-Einheit: Watt (W).

[QUELLE: IEC 60050-845:1987, 845-01-24]

3.75

Reflexionsgrad

ρ

Verhältnis der reflektierten Strahlungsleistung zur einfallenden Strahlungsleistung unter gegebenen Bedingungen

Anmerkung 1 zum Begriff: SI-Einheit: dimensionsloses Verhältnis.

[QUELLE: IEC 60050-845:1987, 845-04-58, modifiziert, damit der Bezug eindeutiger auf der Strahlungsleistung und weniger auf dem Strahlungsfluss liegt.]

3.76

Steckverbinder für fernbedienbare Sicherheitsverriegelung

Steckverbinder, der es ermöglicht, externe, von anderen Bauteilen der Lasereinrichtung getrennt platzierte Steuerelemente anzuschließen

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe 6.4.

3.77

Sicherheitsverriegelung

selbsttätige Vorrichtung, die mit dem Schutzgehäuse einer Lasereinrichtung verbunden ist mit dem Ziel, den Zugang zur Laserstrahlung der Klasse 3R, Klasse 3B oder Klasse 4 zu verhindern, wenn dieser Teil des Gehäuses entfernt, geöffnet oder verschoben ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe 6.3.

3.78

richtungsveränderliche Laserstrahlung

Laserstrahlung, die bezüglich eines festen Bezugssystems eine zeitlich variierende Richtung, einen zeitlich veränderlichen Ursprungsort oder zeitlich veränderliche Ausbreitungsparameter besitzt

3.79

Service

Durchführung der Tätigkeiten oder Justierarbeiten, die in den Service-Unterlagen des Herstellers beschrieben sind, die in irgendeiner Art die Leistungsfähigkeit der Einrichtung beeinflussen können

Anmerkung 1 zum Begriff: Wartung und Normalbetrieb sind darin nicht eingeschlossen.

3.80

Service-Abdeckung

Zugangsklappe, die beim Service entfernt oder verschoben wird

3.81

Einfehler-Bedingung

jeder einzelne Fehler, der in einer Einrichtung auftreten könnte, und die direkten Auswirkungen dieses Fehlers

3.82

kleine Quelle

Quelle, deren Winkelausdehnung α kleiner als oder gleich dem kleinsten Grenzwinkel $\alpha_{\min}$ ist

3.83

spiegelnde Reflexion

Reflexion an einer Oberfläche, die als Strahl angesehen werden kann (siehe 3.11), einschließlich von Reflexionen an einer verspiegelten Oberfläche

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition soll berücksichtigen, dass einige reflektierende Oberflächen, wie z. B. parabolische Spiegel, die Gefahr eines einfallenden Strahls erhöhen können.

3.84

Grenzwert für thermische Gefährdung

entweder ein MZB-Wert oder ein GZS, der hergeleitet wurde, um Personen vor schädlichen thermischen Wirkungen zu schützen, im Gegensatz zu einer photochemischen Verletzung

3.85

Zeitbasis

Emissionsdauer, die für die Klassifizierung von Lasereinrichtungen zu betrachten ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe 4.3 e).

3.86

Werkzeug

ein Schraubendreher, ein Sechskantschlüssel oder ein anderer Gegenstand, der benutzt werden kann, um eine Schraube oder ähnliche Befestigungsmittel zu betätigen

3.87

Transmissionsgrad

τ

Verhältnis der durchgelassenen Strahlungsleistung zur einfallenden Strahlungsleistung unter gegebenen Bedingungen

Anmerkung 1 zum Begriff: SI-Einheit: dimensionsloses Verhältnis.

[QUELLE: IEC 60050-845:1987, 845-04-59, modifiziert]

3.88

optische Dichte bei Transmission

D

Zehner-Logarithmus des reziproken Wertes des Transmissionsgrades τ

$$D = -\log_{10} \tau$$

[QUELLE: IEC 60050-845:1987, 845-04-66]

3.89

sichtbare Strahlung

Licht

jede optische Strahlung, die unmittelbar einen visuellen Reiz hervorzurufen vermag

Anmerkung 1 zum Begriff: In diesem Teil 1 bedeutet dies die elektromagnetische Strahlung, deren monochromatische Komponenten im Wellenlängenbereich zwischen 400 nm und 700 nm liegen.

[QUELLE: IEC 60050-845:1987, 845-01-03, modifiziert – Die Anmerkung in der ursprünglichen Definition wurde ersetzt.]

3.90

Werkstück

ein Gegenstand, der durch Laserstrahlung bearbeitet werden soll

4 Klassifizierung

4.1 Allgemeines

Die Klassifizierung einer Lasereinrichtung basiert auf der Ermittlung der Stärke der zugänglichen Strahlung (entsprechend den Regeln, die in [Abschnitt 5](#) spezifiziert sind) und auf dem Vergleich dieser Größe mit dem Grenzwert der zugänglichen Strahlung (GZS), der mit jeder Klasse verbunden ist. Um festzustellen, ob zusätzliche Warnungen notwendig sind, können für Klasse 1, Klasse 1M, Klasse 2, Klasse 2M und Klasse 3R zusätzliche Messungen notwendig werden (siehe [Abschnitt 7](#)). Bestimmte Regeln sind unter Umständen für die Klassifizierung eines Produkts anzuwenden (z. B. für Klasse 1C, siehe [5.3 b](#)) sowie [4.4](#) für bestimmte Einrichtungen mit ausgedehnter Quelle und Strahldichtekriterien).

Da weite Bereiche für Wellenlänge, Energieinhalt und Impulsverhalten eines Laserstrahls möglich sind, entstehen bei seiner Anwendung sehr unterschiedliche Gefahren. Es ist nicht möglich, Lasergeräte als eine einheitliche Gruppe zu betrachten, für die gemeinsame Sicherheitsgrenzen anzuwenden sind. [Anhang C](#) beschreibt die Gefahren, die mit den Klassen verbunden sind, und mögliche Einschränkungen (wie sie z. B. beim Betrachten mit optischen Instrumenten entstehen) in größerer Ausführlichkeit.

4.2 Zuständigkeit für die Klassifizierung

Der Hersteller oder sein Vertreter ist verantwortlich dafür, die Lasereinrichtung in die richtige Klasse einzuordnen (siehe jedoch [6.1](#)).

4.3 Klassifizierungsregeln

Die Einrichtung muss auf der Grundlage derjenigen Kombination von Ausgangsleistung(en) und Wellenlänge(n) der zugänglichen Laserstrahlung über den vollen Bereich der Betriebsmöglichkeiten zu jeder Zeit nach der Herstellung, die zu ihrer Einordnung in die höchste angemessene Klasse führt, klassifiziert werden. Die Bewertung muss die Betrachtung jeglicher vernünftigerweise vorhersehbarer Einfehlerbedingung während des Normalbetriebs einschließen (bezüglich der Anwendung der Grundlagen der Risikoanalyse für die Feststellung, welcher einzelne Fehler vernünftigerweise vorhersehbar ist, siehe [5.1](#)).

Eine Lasereinrichtung kann nur dann einer bestimmten Klasse zugeordnet werden, wenn sie alle Anforderungen dieses Teils 1 für diese Klasse erfüllt, beispielsweise bzgl. der technischen Schutzmaßnahmen, der Beschilderung und der Information für den Benutzer.

Für Lasereinrichtungen mit CW-Laserstrahlung einer Wellenlänge, die gut kollimiert ist oder aber von einer kleinen Quelle ausgehend angenommen wird, kann die Klassifizierungsprozedur vereinfacht werden und die folgenden Punkte brauchen nicht berücksichtigt werden:

[4.3 b](#)), [4.3 c](#)), [4.3 d](#)), [4.3 f](#)).

Im Sinne der Klassifizierungsregeln ist folgende Rangfolge der Klassen (in aufsteigender Ordnung der Gefahr) zu verwenden: Klasse 1, Klasse 1C, Klasse 1M, Klasse 2, Klasse 2M, Klasse 3R, Klasse 3B, Klasse 4.

ANMERKUNG 1 Klasse 1C stellt keine Augengefährdung dar (ähnlich Klasse 1), kann jedoch bei falscher Handhabung mit einer Hautgefährdung verbunden sein (siehe auch [5.3 b](#))).

ANMERKUNG 2 Bei der Klassifizierung einer Lasereinrichtung als Klasse 1M oder Klasse 2M wird durch Verwendung einer als Bedingung 3 festgelegten Messblende bei Strahlen mit großem Durchmesser die Strahlungsmenge begrenzt, die von der Augenpupille erfasst wird. Es kann der Fall sein, dass sich bei Lasereinrichtungen der Klasse 1M und der

Klasse 2M, wenn sie unter Bedingung 1 gemessen werden, ein höherer Wert für die Leistung oder Energie ergibt als der GZS für Klasse 2 oder Klasse 3R. Für solche Lasereinrichtungen ist eine Klassifizierung als Klasse 1M oder Klasse 2M zutreffend.

Die Grenzwerte zugänglicher Strahlung (GZSs) der Klassen 1 und 1M, der Klassen 2 und 2M, der Klasse 3R und der Klasse 3B sind in den [Tabellen 3 bis 8](#) aufgeführt. [Tabelle 9](#) enthält die Werte der verwendeten Korrekturfaktoren in Abhängigkeit von der Wellenlänge, der Emissionsdauer, der Anzahl der Impulse und der Winkelausdehnung.

a) Strahlung einer einzigen Wellenlänge

Eine Lasereinrichtung, die nur Strahlung in einem Wellenlängenbereich emittiert, der schmal genug ist, dass die GZSs sich nicht ändern, wird einer Klasse zugeordnet, falls die zugängliche Laserstrahlung, die unter den für diese Klasse geltenden Bedingungen gemessen wurde, den GZS aller niedrigeren Klassen überschreitet, aber nicht diejenigen der zugeordneten Klasse.

b) Strahlung mehrerer Wellenlängen

- 1) Eine Lasereinrichtung, die zwei oder mehr Wellenlängen in Spektralgebieten aussendet, die nach [Tabelle 1](#) als additiv für das Auge gekennzeichnet sind, wird einer Klasse zugeordnet, wenn für alle niedrigeren Klassen die Summe der Quotienten aus der zugänglichen Laserstrahlung, die unter den für diese Klasse geltenden Bedingungen gemessen wurde, und den GZSs für diese Wellenlängen größer als eins ist, aber für die zugeordnete Klasse eins nicht überschreitet. Diese Regel trifft auch für nicht-kohärente Strahlung zu, die im Wellenlängenbereich zwischen 400 nm und 1 400 nm auf die Netzhaut fällt oder die mit der Messblende bei anderen Wellenlängen übereinstimmt. Deshalb muss die Nicht-Laserstrahlung zur Klassifizierung nach diesem Teil der IEC 60825 mit eingeschlossen werden.
- 2) Eine Lasereinrichtung, die zwei oder mehr Wellenlängen ausstrahlt, die in [Tabelle 1](#) nicht als additiv für das Auge gekennzeichnet sind, wird einer Klasse zugeordnet, die dadurch bestimmt ist, dass die zugängliche Laserstrahlung, die unter den für diese Klasse geltenden Bedingungen gemessen wurde, die GZSs aller niedrigeren Klassen für mindestens eine Wellenlänge überschreitet, aber den GZS der zugeordneten Klasse bei keiner Wellenlänge überschreitet.

Tabelle 1 – Additive Wirkung der Strahlung auf Auge und Haut in verschiedenen Spektralbereichen^c

Spektralbereich ^a	UV-C und UV-B 180 nm bis 315 nm	UV-A 315 nm bis 400 nm	Sichtbares und IR-A 400 nm bis 1 400 nm	IR-B und IR-C 1 400 nm bis 10 ⁶ nm
UV-C und UV-B 180 nm bis 315 nm	A H	–	–	–
UV-A 315 nm bis 400 nm	–	A H	H	A H
Sichtbares und IR-A 400 nm bis 1 400 nm	–	H	A ^b H	H
IR-B und IR-C 1 400 nm bis 10 ⁶ nm	–	A H	H	A H
A Auge				
H Haut				
a Zur Definition der Spektralbereiche siehe Tabelle D.1 .				
b Werden die GZSs und die MZB-Werte für das Auge für eine Zeitbasis oder Einwirkungsdauer von 1 s oder länger bestimmt, dann sind die additiven photochemischen Wirkungen (400 nm bis 600 nm) und die additiven thermischen Wirkungen (400 nm bis 1 400 nm) getrennt zu bewerten, und der restriktivere Wert ist zu verwenden.				
c Für die Ermittlung des GZS sind die additiven Regeln nur für das Auge anzuwenden.				

c) Strahlung von ausgedehnten Quellen

Die Augengefährdung durch Laserquellen hängt im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 1 400 nm von der Winkelausdehnung α der scheinbaren Quelle ab. Diese Abhängigkeit wird in den zutreffenden GZS durch den Faktor C_6 (siehe [Tabelle 9](#)) ausgedrückt sowie mit einem festgelegten Empfangswinkel bei den Regeln zur Bestimmung der zugänglichen Strahlung.

ANMERKUNG 3 Eine Quelle wird als ausgedehnte Quelle betrachtet, wenn die Winkelausdehnung der Quelle größer als $\alpha_{\min}$ ist, mit $\alpha_{\min} = 1,5$ mrad. Die meisten Laserquellen haben eine Winkelausdehnung α kleiner als $\alpha_{\min}$ und erscheinen als eine scheinbare „Punktquelle“ (kleine Quelle), wenn sie innerhalb des Strahls betrachtet werden (direkter Blick in den Strahl). In der Tat kann ein kreisrunder Laserstrahl nicht zu einer Divergenz von weniger als 1,5 mrad kollimiert werden, wenn es sich um eine ausgedehnte Quelle handelt, so dass kein Laser, für den eine Strahldivergenz von 1,5 mrad oder weniger angegeben wird, als ausgedehnte Quelle behandelt werden kann. Für eine kleine Quelle wird α auf $\alpha_{\min} = 1,5$ mrad und $C_6 = 1$ gesetzt.

ANMERKUNG 4 Für die Bewertung der thermischen Netzhautgefährdung (400 nm bis 1 400 nm) sind die GZSs für ausgedehnte Quellen der Winkelausdehnung der Quelle direkt proportional. Für die Bewertung der photochemischen Netzhautgefährdung (400 nm bis 600 nm) für Einwirkungsauern über 1 s sind die GZSs der Winkelausdehnung der Quelle nicht direkt proportional. Abhängig von der Einwirkungsauer (siehe [5.4.3 b\) 1\)](#)) wird für die Messung der photochemischen Gefährdung ein Grenzeingangswinkel γ_{ph} von 11 mrad oder größer verwendet, und das Verhältnis von Grenzeingangswinkel γ_{ph} zur Winkelausdehnung α der scheinbaren Quelle kann das Messergebnis beeinflussen.

ANMERKUNG 5 Für die Normalbedingung mit $C_6 = 1$ wird eine vereinfachte [Tabelle 3](#) mit dem GZS der Klassen 1 und 1M angegeben, und eine vereinfachte [Tabelle 6](#) mit dem GZS der Klasse 3R wird angegeben..

Für Quellen, deren Winkelausdehnung kleiner oder gleich $\alpha_{\min}$ ist, sind die GZS und die MZB-Werte unabhängig von der Winkelausdehnung α der scheinbaren Quelle.

Für die Klassifizierung von Lasereinrichtungen an der restriktivsten Stelle, für die Bedingung 1 gilt (siehe [5.4.3](#)), kann die 7-fache Vergrößerung der Winkelausdehnung α der scheinbaren Quelle verwendet werden, um C_6 zu berechnen, d. h. $C_6 = 7 \times \alpha / \alpha_{\min}$. Der Ausdruck $(7 \times \alpha)$ ist auf $\alpha_{\max}$ zu begrenzen, bevor C_6 berechnet wird. Der 7-fache Wert von α ist für die Bestimmung von T_2 nach [Tabelle 9](#) zu verwenden.

ANMERKUNG 6 Falls $\alpha < 1,5$ mrad, aber $7 \times \alpha > 1,5$ mrad ist, dann gelten die Grenzwerte für $\alpha > 1,5$ mrad in [Tabelle 4](#) und [Tabelle 7](#).

d) Nicht-gleichförmige, nicht-kreisförmige und mehrfache scheinbare Quellen

Für den Vergleich mit den thermischen Netzhautgrenzwerten, wenn

- der Wellenlängenbereich 400 nm bis 1 400 nm beträgt und
- der GZS von C_6 abhängt,

dann gilt, wenn

- das Netzhautbild kein gleichförmiges Bestrahlungsstärkeprofil²⁾ zeigt oder
- das Bildprofil auf der Netzhaut aus vielen Punkten besteht,

dass die Messungen oder Bewertungen für jedes der folgenden Szenarien durchzuführen sind:

- für jeden einzelnen Punkt und
- für unterschiedliche Kombinationen von Punkten und
- für Teilflächen.

Dies ist erforderlich, um sicherzustellen, dass für keinen möglichen Winkel α in einem der Szenarien der GZS überschritten wird. Für die Bewertung von Punktekombinationen oder Teilflächen ist der erfasste Winkel γ in jeder Abmessung zwischen $\alpha_{\min}$ und $\alpha_{\max}$ zu variieren, d. h. $\alpha_{\min} < \gamma < \alpha_{\max}$, um die

²⁾ Für ein Gaußsches Netzhautbestrahlungsstärkeprofil (wie es von einem TEM00-Strahl erzeugt wird) kann die Winkelausdehnung mit dem d63-Durchmesserkriterium bestimmt werden (entsprechend der Definition des Strahldurchmessers, siehe [3.13](#)), und eine Analyse der Teilflächen ist nicht erforderlich.

zugängliche Teilemission des jeweiligen Szenarios zu bestimmen. Für den Vergleich der Größe dieser Teilemissionen mit dem zutreffenden GZS wird α derjenigen Winkelausdehnung gleichgesetzt, die dem Teilabbild der scheinbaren Quelle entspricht.

Die Klassifizierung muss auf dem Fall beruhen, für den das Verhältnis zwischen

- der zugänglichen Teilemission innerhalb der Teilfläche mit der Winkelausdehnung α dieser Fläche; und
- dem entsprechenden GZS

ein Maximalwert ist.

Die Winkelausdehnung einer rechteckigen oder einer linienförmigen Quelle wird als arithmetischer Mittelwert der beiden Winkelausdehnungen der Quelle bestimmt. Jede Winkelausdehnung, die größer als $\alpha_{\max}$ oder kleiner als $\alpha_{\min}$ ist, wird vor Berechnung des Mittelwerts auf $\alpha_{\max}$ bzw. $\alpha_{\min}$ begrenzt.

Zur Bestimmung der Winkelausdehnung einer vergrößerten nichtkreisförmigen Quelle für Bedingung 1 sollte die in c) beschriebene 7-fache Vergrößerung unabhängig auf jede Achse angewandt werden, bevor der arithmetische Mittelwert gebildet wird.

Die photochemischen Grenzwerte (400 nm bis 600 nm) hängen nicht von der Winkelausdehnung der Quelle ab, und die Quelle wird mit dem in 5.4.3 b) angegebenen Empfangswinkel gemessen. Für Quellen, die größer als der Grenzeingangswinkel sind, muss die zugängliche Strahlung für den Teil der scheinbaren Quelle bestimmt werden, der den maximalen Emissionswert erzeugt.

e) Zeitbasen

In dieser Norm werden für die Klassifizierung die folgenden Zeitbasen verwendet:

- 1) 0,25 s für Klasse 2, Klasse 2M und Klasse 3R mit Laserstrahlung im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm;
- 2) 100 s für Laserstrahlung bei allen Wellenlängen größer als 400 nm mit den in 1) und 3) aufgeführten Ausnahmen;
- 3) 30 000 s für Laserstrahlung bei allen Wellenlängen kleiner oder gleich 400 nm und für Laserstrahlung bei Wellenlängen größer als 400 nm, wenn eine absichtliche und langzeitige Beobachtung für die Konstruktion oder die Funktion der Lasereinrichtung notwendig ist.

Innerhalb der Zeitbasis muss bei der Bestimmung der Klasse einer Einrichtung jede mögliche Emissionsdauer betrachtet werden. Dies bedeutet, dass die Höhe der Emission eines einzelnen Impulses mit dem für die Emissionsdauer des Impulses zutreffenden Grenzwertes (GZS) verglichen werden muss usw. Es genügt nicht, die Höhe der Emission bloß über die Dauer der Zeitbasis für die Klassifizierung zu mitteln oder nur die Bewertung für den Wert der Zeitbasis durchzuführen, ohne kürzere Emissionsdauern zu betrachten.

ANMERKUNG 7 Für eine Lasereinrichtung, die mehrere zeitlich und räumlich überlappende Wellenlängen im sichtbaren und unsichtbaren Teil des Spektrums emittiert und bei der die Emission als additiv zu betrachten ist (siehe Tabelle 1) und bei welcher der sichtbare Teil allein als Klasse 2 oder Klasse 2M oder Klasse 3R klassifiziert würde und der unsichtbare Teil allein als Klasse 1 oder als Klasse 1M klassifiziert würde, darf die Zeitbasis für die Bewertung der nicht sichtbaren Emission 0,25 s sein.

f) Wiederholt gepulste oder modulierte Laser

Die folgenden Verfahren müssen benutzt werden, um bei wiederholt gepulster oder modulierter Emission die Klasse der Lasereinrichtung zu bestimmen.

Als eine Grundanforderung darf die zugängliche Strahlung einer Gruppe von Pulsen (oder Sub-Pulsen in einem Pulszug), die in jedem beliebigen Zeitintervall abgegeben wird, nicht den für diese Zeit vorgegebenen GZS überschreiten (siehe 4.3 e)) bezüglich der Berücksichtigung jeder möglichen Emissionsdauer.

Für alle Wellenlängen sind die Anforderungen 1) und 2) unten zu untersuchen. Zusätzlich ist für Wellenlängen von 400 nm bis 1.400 nm die Anforderung 3) unten durch Vergleich mit den thermischen Grenzwerten zu untersuchen. Diese Anforderung 3) braucht für den Vergleich mit den photochemischen Grenzwerten nicht bewertet werden.

Die Klasse (siehe die [Tabellen 3 bis 8](#)) wird durch Anwendung des restriktivsten Kriteriums 1), 2) und, wo anwendbar, 3) festgelegt.

- 1) Die Bestrahlung durch jeden Einzelimpuls einer Impulsfolge darf den GZS für einen Einzelimpuls ($GZS_{\text{Einzelimpuls}}$) nicht überschreiten. Zur Bestimmung der zugänglichen Strahlung einer ausgedehnten Quelle wird zur Festlegung von α_{max} und des Empfangswinkel γ_{th} die Pulsdauer verwendet (siehe [5.4.3 b\)](#) und [Tabelle 9](#)).
- 2) Die mittlere Leistung einer Impulsfolge der Emissionsdauer T darf die Leistung entsprechend dem GZS für einen einzelnen Impuls der Dauer T (GZS_T) nicht überschreiten. Zur Bestimmung der zugänglichen Strahlung einer ausgedehnten Quelle wird die Strahlungsdauer T zur Festlegung von α_{max} und des Empfangswinkels γ_{th} verwendet (siehe [5.4.3 b\)](#) und [Tabelle 9](#)).

Bei irregulären Pulsmustern (inklusive variierender Pulsenergie), variiert T zwischen T_i (siehe [Tabelle 2](#)) und der Zeitbasis. Bei regulären Pulsmustern ist es hinreichend über die Zeitbasis zu mitteln (T wird der Zeitbasis gleichgesetzt).

ANMERKUNG 8 Zum Vergleich von GZS_T mit $GZS_{\text{Einzelimpuls}}$ oder $GZS_{\text{Einzelimpuls, Folge}}$ zur Feststellung, welches der Kriterien am ungünstigsten ist, sollte GZS_T in Strahlungsenergie oder Bestrahlung ausgedrückt und durch N dividiert werden und wird dann $GZS_{\text{Einzelimpuls, T}}$ genannt.

- 3) Die Energie je Impuls darf den GZS für einen einzelnen Impuls, multipliziert mit dem Korrekturfaktor C_5 , nicht überschreiten.

$$GZS_{\text{Einzelimpuls, Folge}} = GZS_{\text{Einzelimpuls}} \times C_5$$

Dabei ist:

$GZS_{\text{Einzelimpuls, Folge}}$ der GZS für einen Einzelimpuls in der Impulsfolge;

$GZS_{\text{Einzelimpuls}}$ der GZS für einen Einzelimpuls ([Tabellen 3 bis 8](#));

N die effektive Anzahl der Impulse, die in der Impulsfolge während der festgelegten Emissionsdauer (wenn Impulse innerhalb von T_i (siehe [Tabelle 2](#)) auftreten, dann ist N kleiner als die tatsächliche Anzahl von Impulsen, siehe unten). Die maximale Emissionsdauer, die für die Bewertung betrachtet werden muss, ist T_2 (siehe [Tabelle 9](#)) oder die anzuwendende Zeitbasis, je nachdem, was kürzer ist.

C_5 ist nur für Einzelimpulse von Dauern, die kürzer oder gleich 0,25 s sind, anwendbar.

Sind die Pulsdauern $t \leq T_i$, dann gilt:

Für eine Zeitbasis kleiner oder gleich 0,25 s, $C_5 = 1,0$.

Für eine Zeitbasis größer als 0,25 s:

wenn $N \leq 600$ $C_5 = 1,0$;

wenn $N > 600$ $C_5 = 5 N^{-0,25}$ mit einem kleinsten Wert von $C_5 = 0,4$.

Sind die Pulsdauern $t > T_i$, dann gilt:

wenn $\alpha \leq 5$ mrad:

$C_5 = 1,0$;

wenn $5 \text{ mrad} < \alpha \leq \alpha_{\text{max}}$:

$C_5 = N^{-0,25}$, wenn $N \leq 40$,

$C_5 = 0,4$, wenn $N > 40$;

wenn $\alpha > \alpha_{\text{max}}$:

$C_5 = N^{-0,25}$, wenn $N \leq 625$,

$C_5 = 0,2$, wenn $N > 625$,

solange α nicht größer als 100 mrad und in allen Fällen $C_5 = 1,0$ ist.

Treten während der Zeitdauer T_i (siehe Tabelle 2) Mehrfachimpulse auf, dann werden sie, um N zu bestimmen, als ein einziger Impuls gezählt, und die Energien der einzelnen Impulse werden zum Vergleich mit dem GZS für T_i addiert.

In einigen Fällen kann der berechnete Wert für $GZS_{\text{Einzelpuls, Folge}}$ kleiner sein als der GZS, der für CW-Betrieb mit gleicher Spitzenleistung bei gleicher Zeitbasis anzuwenden wäre. Unter diesen Umständen kann der GZS für CW-Betrieb benutzt werden.

Tabelle 2 – Zeiten, unterhalb deren die Impulsgruppen aufsummiert werden

Wellenlänge nm	T_i s
$400 \leq \lambda < 1\,050$	5×10^{-6}
$1\,050 \leq \lambda < 1\,400$	13×10^{-6}
$1\,400 \leq \lambda < 1\,500$	10^{-3}
$1\,500 \leq \lambda < 1\,800$	10
$1\,800 \leq \lambda < 2\,600$	10^{-3}
$2\,600 \leq \lambda \leq 10^6$	10^{-7}

ANMERKUNG 9 Berechnungsbeispiele sind im [Anhang B](#) angegeben.

4.4 Lasereinrichtungen, die als konventionelle Lampen eingesetzt werden sollen

Für Laserprodukte, mit Ausnahme von Spielzeugen, die so ausgelegt wurden, dass sie als konventionelle Lampen eingesetzt werden können und die sichtbare und nahe Infrarotstrahlung (400 nm bis 1 400 nm) emittieren, mit ausgedehnten Quellen einer Winkelausdehnung α größer als 5 mrad bei 200 mm Entfernung und einer ungewichteten Spitzenstrahldichte (400 nm bis 1 400 nm), gemittelt mit einem Empfangswinkel von 5 mrad, die L_T während des Betriebs und unter vernünftigerweise vorhersehbaren Einfehlerbedingungen nicht überschreiten, wobei

$$L_T = (1 \text{ MW} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}) / \alpha,$$

kann die Strahlung alternativ mit der Reihe IEC 62471 *Photobiologische Sicherheit von Lampen und Lampensystemen* bewertet werden. Zur Berechnung von L_T wird die Winkelausdehnung α in Radiant ausgedrückt bei einer Entfernung von 200 mm für den menschlichen Zugang bestimmt. Der Wert für α beim Ausdruck L_T ist beschränkt auf Werte zwischen 0,005 rad und 0,1 rad, so dass bei Quellen mit einer Winkelausdehnung von 0,005 rad das anwendbare Strahldichtekriterium gleich $200 \text{ MW} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$ ist, und bei Quellen größer als 0,1 rad beträgt das anwendbare Strahldichtekriterium $10 \text{ MW} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$.

ANMERKUNG 1 Die oben angegebenen Strahldichtewerte sind keine Expositions- oder Emissionsgrenzwerte, sie sind die Kriterien, um festzulegen, wann die emittierte Strahlung mit der Reihe IEC 62471 bewertet werden kann.

ANMERKUNG 2 Optische Strahlung, die von der Laserklassifizierung ausgeschlossen ist, kann monochromatisch sein.

Ein solches Produkt muss den Anforderungen dieses Teils der IEC 60825 entsprechen und klassifiziert werden, mit der Ausnahme, dass die oben beschriebene optische Strahlungsemission während des Normalbetriebs und unter vernünftigerweise vorhersehbaren Einfehlerbedingungen nicht zur Klassifizierung herangezogen wird (z. B. wird die oben beschriebene optische Strahlungsemission während des Normalbetriebs nicht als zugängliche Laserstrahlung betrachtet). Während Wartung und Service muss das Produkt den Anforderungen gemäß IEC 60825-1 für jegliche zugängliche Laserstrahlung entsprechen.

ANMERKUNG 3 Falls bei einem solchen Produkt während des Normalbetriebs, nach IEC 62471 bewertet, anders als oben beschrieben, keine Laserstrahlung zugänglich ist, kann es als Laserprodukt der Klasse 1 eingestuft werden.

Ein solches Produkt muss einer Risikogruppe entsprechend der Reihe IEC 62471 zugewiesen werden und eine Kennzeichnung haben, auf welcher die Risikogruppe wie auch die Klassifizierung als Laserprodukt (inklusive Klasse 1, falls anwendbar) angegeben werden, und dazu geeignete Warnungen.

Zugängliche Laserstrahlung mit Wellenlängen unter 400 nm oder über 1 400 nm muss bei der Klassifizierung des Produktes nach diesem Teil der IEC 60825 berücksichtigt werden.

5 Bestimmung der zugänglichen Strahlung und Klassifizierung

5.1 Prüfungen

Die Prüfungen müssen alle Ungenauigkeiten und statistischen Unsicherheiten im Messvorgang sowie eine alterungsbedingte Zunahme der Emission und Verminderung der Strahlungssicherheit berücksichtigen. Spezielle Gebrauchsanforderungen können zusätzliche Prüfungen erforderlich machen. Für zusätzliche Anleitung bzgl. Messungen wird auf IEC/TR 60825-13 verwiesen.

Für die Klassifizierung der Einrichtung sind Prüfungen während des Normalbetriebs durchzuführen. Prüfungen während des Normalbetriebs, der Wartung und des Service müssen je nach Erfordernis ebenfalls durchgeführt werden, um die Anforderungen an die Sicherheitsverriegelungen, die Kennzeichnungen und die Informationen für den Benutzer festzulegen. Die genannten Prüfungen müssen unter Einschluss einer jeden vernünftigerweise vorhersehbaren Einfehlerbedingung durchgeführt werden. Jedoch brauchen diese Fehler nicht berücksichtigt zu werden, wenn die Emission automatisch auf einen Wert unterhalb der GZS innerhalb einer Zeit reduziert wird, für die es vernünftigerweise nicht zu erwarten ist, dass die Strahlung zugänglich sein wird. Die Zuverlässigkeit einer automatischen Emissionsreduzierung, die erforderlich ist, um in einer gegebenen Klasse zu verbleiben, kann auf den Grundlagen der Risikoanalyse ermittelt werden, wie beispielsweise mit IEC 61508, wo Sicherheits-Integritäts-Level (SIL; en: Safety Integrity Level) festgelegt sind. Zusätzlich zur Festlegung von SIL-Werten müssen auch Fehler-Reaktionszeiten beim Design der automatischen Reduzierung definiert werden; die Ziel-Reaktionszeit kann ebenfalls auf dem Risiko basieren. Eine vollständige Analyse entsprechend IEC 61508 oder die Anwendung von IEC 61508 werden nicht gefordert.

Zur Unterstützung bei der Festlegung der vernünftigerweise vorhersehbaren Einfehlerbedingungen können Risikoanalysen angewandt werden. Um zu ermitteln, ob eine Einfehlerbedingung vernünftigerweise vorhersehbar ist oder nicht, ist beides, die Wahrscheinlichkeit (Häufigkeit) eines Fehlers sowie das Verletzungsrisiko (Wahrscheinlichkeit einer Exposition in einer Größenordnung, die zu einer Verletzung führt, sowie die Schwere der Verletzung) zu berücksichtigen. Je geringer das Verletzungsrisiko bei einem bestimmten Fehler ist, desto häufiger kann das Auftreten eines Fehlers (der zu einem bestimmten Strahlungsniveau führt) erlaubt werden. Eine geeignete Art und Weise der Analyse von Wahrscheinlichkeit und Risiko bezüglich Fehlfunktionen sind die FMEA (Fehlerzustands- und Wirkungs-Analysen; en: Failure Mode and Effect Analysis) sowie die in IEC 61508 beschriebenen Prozeduren.

ANMERKUNG 1 Automatische Reduktion schließt eine physikalische Begrenzung der Emission ein, wie z. B. bei einem Versagen einer Komponente oder eines Systems mit nachfolgendem sicherem Zustand. Nicht einbezogen ist eine manuelle Reduktion oder Beendigung der Emission.

ANMERKUNG 2 Beispielsweise könnte eine abtastende Sicherheitsmaßnahme nicht schnell genug reagieren, um eine Emission oberhalb des GZS während des Fehlerzustandes zu verhindern. Dies kann jedoch, basierend auf den Resultaten einer Risikoanalyse, akzeptabel sein.

ANMERKUNG 3 Die Klassifizierung wird während des Betriebs festgelegt. Einschränkungen bei der Wartung hängen von der Klassifizierung der Einrichtung ab.

ANMERKUNG 4 Einfehlerbedingungen können mit Methoden bewertet werden, die nicht erfordern, dass die Fehlfunktion für die Prüfung physikalisch herbeigeführt wird.

Wenn die Eignung von Schutzgehäusen für das Verhindern von Zugang zu Energie, die Klasse 4 entspricht, bewertet wird, dann müssen Einfehlerereignisse für alle vernünftigerweise vorhersehbaren Richtungsände-