

	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 Ersatz für DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1):2003-10 und DIN EN 60825-1 Berichtigung 1 (VDE 0837-1 Berichtigung 1):2004-06 Siehe jedoch Beginn der Gültigkeit Sicherheit von Lasereinrichtungen – Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen (IEC 60825-1:2007); Deutsche Fassung EN 60825-1:2007 Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements (IEC 60825-1:2007); German version EN 60825-1:2007 Sécurité des appareils à laser – Partie 1: Classification des matériels et exigences (CEI 60825-1:2007); Version allemande EN 60825-1:2007 Gesamtumfang 99 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2007-09-01 angenommene EN 60825-1 gilt als DIN-Norm ab 2008-05-01.

Daneben dürfen **DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1):2003-10** und **DIN EN 60825-1 Berichtigung 1 (VDE 0837-1 Berichtigung 1):2004-06** noch bis 2010-09-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1):2006-11.

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

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 (maintenance result 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.

Anwender dieser Norm sollten sich der Tatsache bewusst sein, dass in nationalen Rechtsvorschriften Richtlinien für den Benutzer von Lasereinrichtungen festgelegt sind. Dazu gehören insbesondere die Unfallverhütungsvorschriften der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung sowie die EU-Richtlinie 2006/25/EG zum Schutz vor künstlich erzeugter optischer Strahlung an Arbeitsplätzen. Diese haben in jedem Fall Vorrang vor den in dieser Norm empfohlenen Nutzeranforderungen.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1):2003-10** und **DIN EN 60825-1 Berichtigung 1 (VDE 0837-1 Berichtigung 1):2004-06** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Licht emittierende Dioden (LEDs) wurden aus dem Anwendungsbereich entfernt. Diese optischen Strahlungsquellen sollen – wie andere konventionelle Lichtquellen auch – nach den Vorgaben der dafür neu erstellten Norm IEC 62471 „Photobiologische Sicherheit von Lampen und Lampensystemen“ bewertet werden.
- b) Die bei der Klassifizierung anzuwendenden Messverfahren wurden auf Grundlage aktueller Analysen der Laser-Strahlausbreitung modifiziert. Die Messung hat nicht mehr aus festen Abständen, sondern aus der sog. ungünstigsten Position („most restrictive position“) zu erfolgen. Diese ist anhand des ungünstigsten Verhältnisses zwischen zugänglicher Strahlung und zugeordnetem Grenzwert individuell zu ermitteln. Da dies im Einzelfall sehr komplex werden kann, wurden stark vereinfachte Messverfahren in die Norm aufgenommen. Bei diesen wird eine mögliche Quellenausdehnung allerdings nicht berücksichtigt und im Einzelfall kann die tatsächliche Gefährdung durch die Klassifizierung auf dieser Basis stark überbewertet werden.

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

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

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

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

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

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60027-1 + A2	IEC 60027-1 + A1 + A2	DIN EN 60027-1	–
–	IEC 60050-845:1987	–	–
EN 60065 + A1	IEC 60065 + A1	DIN EN 60065 (VDE 0860)	VDE 0860
EN 60079 (Reihe)	IEC 60079 (Reihe)	DIN EN 60079 (VDE 0170) (Reihe)	VDE 0170 (Reihe)
EN 60079-0	IEC 60079-0	DIN EN 60079-0 (VDE 0170-1)	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 + A1	IEC 60825-2 + A1	DIN EN 60825-2 (VDE 0837-2)	VDE 0837-2
EN 60825-4	IEC 60825-4	DIN EN 60825-4 (VDE 0837-4)	VDE 0837-4
EN 60825-12	IEC 60825-12	DIN EN 60825-12 (VDE 0837-12)	VDE 0837-12
EN 60950 (Reihe)	IEC 60950 (Reihe)	DIN EN 60950 (VDE 0805) (Reihe)	VDE 0805 (Reihe)
EN 61010-1	IEC 61010-1	DIN EN 61010-1 (VDE 0411-1)	VDE 0411-1
EN 61040	IEC 61040	DIN EN 61040 (VDE 0835)	VDE 0835
EN 61508 (Reihe)	IEC 61508 (Reihe)	DIN EN 61508 (VDE 0803) (Reihe)	VDE 0803 (Reihe)
EN 62115 + A4	IEC 62115 + A1	DIN EN 62115 (VDE 0700-210)	VDE 0700-210
EN ISO 11146-1	ISO 11146-1	DIN EN ISO 11146-1	–
EN ISO 11553-1	ISO 11553-1	DIN EN ISO 11553-1	–
EN ISO 12100-1	ISO 12100-1	DIN EN ISO 12100-1	–
EN ISO 12100-2	ISO 12100-2	DIN EN ISO 12100-2	–
EN ISO 13694	ISO 13694	DIN EN ISO 13694	–

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) (Reihe), *Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche*

DIN EN 60079-0 (VDE 0170-1), *Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche – Teil 0: Allgemeine Anforderungen*

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: 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) (Reihe), *Einrichtungen der Informationstechnik – Sicherheit*

DIN EN 61040 (VDE 0835), *Empfänger, Messgeräte und Anlagen zur Messung von Leistung und Energie von Laserstrahlen*

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

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

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

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

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

DIN EN ISO 12100-1, *Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze – Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodologie*

DIN EN ISO 12100-2, *Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze – Teil 2: Technische Leitsätze*

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

**Sicherheit von Lasereinrichtungen –
Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen**
(IEC 60825-1:2007)

Safety of laser products –
Part 1: Equipment classification and
requirements
(IEC 60825-1:2007)

Sécurité des appareils à laser –
Partie 1: Classification des matériels et
exigences
(CEI 60825-1:2007)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2007-09-01 angenommen. Die 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 Zentralsekretariat 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 Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

© 2007 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60825-1:2007 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 76/338/CDV, zukünftige 2. Ausgabe von IEC 60825-1, ausgearbeitet von dem IEC/TC 76 „Optical radiation safety and laser equipment“, wurde dem IEC-CENELEC Parallelen Einstufigen Annahmeverfahren unterworfen und von CENELEC am 2007-09-01 als EN 60825-1 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt (teilweise) EN 60825-1:1994 (+ Corrigendum Februar 1995) + A1:2002 + A2:2001 (+ Corrigendum April 2004).

Die Benutzerrichtlinien wurden aus diesem Teil der Reihe EN 60825 gestrichen und sind nun ein separates Dokument (Teil 14). Licht emittierende Dioden (LEDs) wurden aus dem Anwendungsbereich dieses Teils der EN 60825 gestrichen, dürfen aber weiterhin Bestandteil anderer Teile bleiben.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2008-06-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2010-09-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60825-1:2007 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

IEC 60027-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60027-1:2006 (nicht modifiziert).
IEC 60065	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60065:2002 (modifiziert).
IEC 60079	ANMERKUNG	Harmonisiert in der Reihe EN 60079 (teilweise modifiziert).
IEC 60079-0	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60079-0:2004 (nicht modifiziert).
IEC 60204-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60204-1:2006 (modifiziert).
IEC 60825-2	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60825-2:2004 (nicht modifiziert).
IEC 60825-4	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60825-4:2006 (nicht modifiziert).
IEC 60825-12	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60825-12:2004 (nicht modifiziert).
IEC 60950	ANMERKUNG	Harmonisiert in der Reihe EN 60950 (modifiziert).
IEC 61040	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61040:1992 (nicht modifiziert).
IEC 61508	ANMERKUNG	Harmonisiert in der Reihe EN 61508 (nicht modifiziert).
IEC 62115	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 62115:2005 (modifiziert).
ISO 11146-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 11146-1:2005 (nicht modifiziert).
ISO 11553-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 11553-1:2005 (nicht modifiziert).
ISO 12100-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 12100-1:2003 (nicht modifiziert).
ISO 12100-2	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 12100-2:2003 (nicht modifiziert).
ISO 13694	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 13694:2000 (nicht modifiziert).

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
1 Anwendungsbereich und Zweck.....	7
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Konstruktionsanforderungen	21
4.1 Allgemeine Bemerkungen	21
4.2 Schutzgehäuse	22
4.3 Zugangsklappen und Sicherheitsverriegelungen	22
4.4 Steckverbinder für fernbedienbare Sicherheitsverriegelung	23
4.5 Zurücksetzen von Hand.....	23
4.6 Schlüsselschalter.....	23
4.7 Emissions-Warkeinrichtung.....	23
4.8 Strahlfänger oder -abschwächer	24
4.9 Steuer- und Bedieneinrichtungen.....	24
4.10 Beobachtungsoptiken	24
4.11 Sicherheitsvorrichtung bei richtungsveränderlicher Strahlung	24
4.12 Zugang durch Hineingehen	24
4.13 Umgebungsbedingungen	25
4.14 Schutz gegen andere Gefährdungen	25
5 Kennzeichnung	25
5.1 Allgemeines	25
5.2 Klasse 1 und Klasse 1M	27
5.3 Klasse 2 und Klasse 2M	28
5.4 Klasse 3R	29
5.5 Klasse 3B.....	29
5.6 Klasse 4	29
5.7 Kennzeichnung an der Strahlaustrittsöffnung	29
5.8 Kennzeichnung der abgegebenen Strahlung und der Norm.....	30
5.9 Kennzeichnungen für Zugangsklappen.....	30
5.10 Warnung vor unsichtbarer Laserstrahlung	31
5.11 Warnung vor sichtbarer Laserstrahlung	31
6 Weitere erforderliche Angaben.....	31
6.1 Information für den Benutzer	31
6.2 Kauf- und Service-Unterlagen	33
7 Zusätzliche Anforderungen an besondere Lasereinrichtungen.....	33
7.1 Andere Teile der Normenreihe IEC 60825	33
7.2 Medizinische Lasergeräte.....	34
7.3 Laserbearbeitungsmaschinen	34

	Seite
7.4 Elektrisches Spielzeug.....	34
7.5 Elektronische Endverbraucherprodukte.....	34
8 Klassifizierung.....	34
8.1 Einführung.....	34
8.2 Zuständigkeit für die Klassifizierung	34
8.3 Klassifizierungsregeln.....	34
9 Bestimmung der zugänglichen Strahlung.....	38
9.1 Prüfungen	38
9.2 Messung der Laserstrahlung	39
9.3 Messgeometrie	49
Anhang A (informativ) Werte der maximal zulässigen Bestrahlung.....	54
A.1 Allgemeine Bemerkungen.....	54
A.2 Grenzblenden	57
A.3 Wiederholt gepulste oder modulierte Laser.....	58
A.4 Messbedingungen.....	59
A.4.1 Allgemeines	59
A.4.2 Grenzblende	59
A.4.3 Empfangswinkel.....	59
A.5 Laser als ausgedehnte Quellen	60
Anhang B (informativ) Berechnungsbeispiele.....	61
B.1 In den Beispielen dieses Anhangs verwendete Symbole.....	61
B.2 Klassifizierung einer Lasereinrichtung – Einführung	62
B.3 Beispiele	66
Anhang C (informativ) Beschreibung der Klassen und möglicherweise damit verbundener Gefahren.....	70
C.0 Allgemeines	70
C.1 Einführung.....	70
C.2 Beschreibung der Klassen.....	70
C.3 Grenzen der Klassifizierung.....	73
Anhang D (informativ) Biophysikalische Betrachtungen.....	75
D.1 Anatomie des Auges.....	75
D.2 Die Wirkungen von Laserstrahlung auf biologisches Gewebe	76
D.2.1 Allgemeines	76
D.2.2 Gefährdungen des Auges.....	78
D.2.3 Gefährdung der Haut	81
D.3 MZB-Werte und Mittelung der Bestrahlungsstärke.....	82
D.4 Bezugsdokumente	83
Anhang E (informativ) MZB-Werte und GZS, ausgedrückt als Strahldichte.....	84
E.1 Hintergrund	84
E.2 Werte der Strahldichte	84

	Seite
E.3 Begründung	85
Anhang F (informativ) Zusammenfassende Tabellen	88
Anhang G (informativ) Übersicht über die zugehörigen Teile der IEC 60825	91
Literaturhinweise	93
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	95
 Bild 1 – Warnschild – Gefahrensymbol	 26
Bild 2 – Hinweisschild – Erklärende Beschriftung	27
Bild 3 – Messanordnung mit Abbildung der scheinbaren Quelle auf die Ebene der Feldblende, um den Empfangswinkel zu begrenzen	51
Bild 4 – Messanordnung zur Begrenzung des Empfangswinkels durch Anordnen einer kreisförmigen Blende oder Maske (die als Feldblende dient) dicht bei der scheinbaren Quelle	51
Bild 5 – Experimentelle Anordnung zur Bestimmung der zugänglichen Strahlung (oben) und der Winkelausdehnung der scheinbaren Quelle (unten) für Bedingung 2, wenn eine ausgedehnte Quelle in Betracht gezogen wird (d. h., die vereinfachte Bewertung wird nicht verwendet)	52
Bild B.1 – Leitfaden zur Klassifizierung von Lasereinrichtungen auf Grund angegebener Ausgangsdaten als Flussdiagramm	63
Bild B.2 – Leitfaden zur Klassifizierung von Lasereinrichtungen der Klasse 1M und der Klasse 2M als Flussdiagramm	64
Bild B.3 – GZS für Ultraviolett-Lasereinrichtungen der Klasse 1 für ausgewählte Emissionsdauern von 10^{-9} s bis 10^3 s	65
Bild B.4 – GZS für Ultraviolett-Lasereinrichtungen der Klasse 1 für ausgewählte Emissionsdauern von 10^{-9} s bis 10^3 s bei ausgewählten Wellenlängen	65
Bild B.5 – GZS für sichtbare und ausgewählte Infrarot-Lasereinrichtungen der Klasse 1 (für $C_6 = 1$)	66
Bild D.1 – Anatomie des Auges	75
Bild D.2 – Darstellung laserinduzierter Schäden an biologischen Systemen	77
Bild E.1 – Strahldichte als Funktion der Wellenlänge	84
 Tabelle 1 – Anforderungen für Sicherheitsverriegelungen	 22
Tabelle 2 – Additive Wirkung der Strahlung auf Auge und Haut in verschiedenen Spektralbereichen	35
Tabelle 3 – Zeiten, unterhalb deren die Impulsgruppen aufsummiert werden	38
Tabelle 4 – Grenzwerte zugänglicher Strahlung für Lasereinrichtungen der Klasse 1 und der Klasse 1M, falls $C_6 = 1$ ist	42
Tabelle 5 – Grenzwerte zugänglicher Strahlung für Lasereinrichtungen der Klasse 1 im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 1 400 nm (Bereich der Netzhautgefährdung) für ausgedehnte Quellen	43
Tabelle 6 – Grenzwerte zugänglicher Strahlung für Lasereinrichtungen der Klasse 2 und der Klasse 2M	44
Tabelle 7 – Grenzwerte zugänglicher Strahlung für Lasereinrichtungen der Klasse 3R, falls $C_6 = 1$ ist	45

Tabelle 8 – Grenzwerte zugänglicher Strahlung für Lasereinrichtungen der Klasse 3R im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 1 400 nm (Bereich der Netzhautgefährdung) für ausgedehnte Quellen	46
Tabelle 9 – Grenzwerte zugänglicher Strahlung (GZS) für Lasereinrichtungen der Klasse 3B	47
Tabelle 10 – Korrekturfaktoren und Knickpunkte für Bewertungen der GZS und MZB-Werte	48
Tabelle 11 – Durchmesser der Messblenden und Messabstände für die vereinfachte Bewertung	50
Tabelle 12 – Bezugspunkte	50
Tabelle 13 – Grenzempfangswinkel χ_{ph}	53
Tabelle A.1 – Maximal zulässige Bestrahlung (MZB) der Hornhaut für $C_6 = 1$ bei direkter Bestrahlung durch Laserstrahlung	55
Tabelle A.2 – Maximal zulässige Bestrahlung (MZB) der Hornhaut bei Bestrahlung durch Laserstrahlung ausgedehnter Quellen im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 1 400 nm (Bereich der Netzhautgefährdung)	56
Tabelle A.3 – Maximal zulässige Bestrahlung (MZB) für die Einwirkung von Laserstrahlung auf die Haut	57
Tabelle A.4 – Blendendurchmesser für die Messung der Bestrahlungsstärke und der Bestrahlung durch Laser	58
Tabelle D.1 – Zusammenfassung pathologischer Wirkungen in Verbindung mit übermäßiger Lichteinwirkung	79
Tabelle D.2 – Erklärung der für die MZB-Werte zu verwendenden Messblenden	82
Tabelle E.1 – Maximale Strahldichte einer diffusen Quelle für Klasse 1	85
Tabelle F.1 – Zusammenfassung der in diesem Teil 1 verwendeten physikalischen Größen	88
Tabelle F.2 – Zusammenfassung von Anforderungen an den Hersteller	89
Tabelle G.1 – Übersicht über zusätzliche Daten in anderen Teilen der IEC 60825	92

1 Anwendungsbereich und Zweck

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

Eine Lasereinrichtung kann aus einem einzigen Laser, mit getrenntem oder ohne getrenntes Versorgungsgerät, bestehen oder 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 Endverbraucherprodukte 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 Einrichtung 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 3, 8 und 9](#) ergibt, dass die abgestrahlte Leistung unter allen Betriebsbedingungen, während Wartung, Service oder im Fehlerfall nicht die Grenzwerte (GZS) für Laser Klasse 1 übersteigt.

ANMERKUNG 2 Die obige Ausnahme soll sicherstellen, dass inhärent sichere Lasereinrichtungen nicht unnötigerweise der Norm unterworfen werden.

Zusätzlich zu den Gefährdungen durch Laserstrahlung können von Lasergeräten auch noch andere Gefährdungen wie Feuer oder elektrischer Schlag ausgehen.

ANMERKUNG 3 Die Klassifizierung und die anderen Anforderungen dieser Norm sollen jedoch nur die Gefährdungen durch Laserstrahlung für die Augen und die Haut behandeln. Andere Gefährdungen sind in dem Anwendungsbereich nicht eingeschlossen.

Dieser Teil 1 beschreibt die Mindestanforderungen. Ein Erfüllen der Anforderungen dieses Teils 1 reicht möglicherweise nicht aus, um das erforderliche Niveau von Produktsicherheit zu erreichen. Lasereinrichtungen müssen den anzuwendenden Anforderungen an Leistung und Prüfung der anzuwendenden Sicherheitsnormen für die Einrichtung entsprechen.

ANMERKUNG 4 Andere Normen können zusätzliche Anforderungen enthalten. Die vorgesehene Verwendung und Benutzergruppe sollte beachtet werden. Zum Beispiel kann eine Lasereinrichtung der Klasse 3B oder der Klasse 4 möglicherweise nicht als ein Produkt für Endverbraucher geeignet sein.

Wenn ein Lasersystem in eine Einrichtung eingebaut ist, für die in Bezug auf Sicherheit noch andere IEC-Normen gelten (z. B. medizinische Einrichtungen ([IEC 60601-2-22](#)), Büromaschinen (IEC 60950), Audio- und Videogeräte ([IEC 60065](#)), Geräte für die Verwendung in gefährlicher Atmosphäre (IEC 60079) oder elektrisches Spielzeug ([IEC 62115](#))), gilt dieser Teil 1 nach den Regeln von IEC 104¹⁾ für die Gefährdungen durch die Laserstrahlung zusätzlich. Wenn es keine Geräte-Sicherheitsnorm für ein Gerät gibt, ist [IEC 61010-1](#) anzuwenden.

In früheren Ausgaben waren LED im Anwendungsbereich von [IEC 60825-1](#) eingeschlossen. In anderen Teilen der IEC 60825-Reihe können sie noch eingeschlossen sein. Auf Grund der Entwicklung von Normen für die Lampensicherheit kann jedoch die optische Sicherheit von LED im Allgemeinen angemessen durch die Sicherheitsnormen für Lampen behandelt werden. Dass die LED aus dem Geltungsbereich dieses Teils 1 entfernt wurden, schließt nicht aus, dass andere Normen LED einschließen, wann immer sie sich auf Laser

¹⁾ IEC Guide 104:1997, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications.*

beziehen. CIE S009^{N1)} kann verwendet werden, um die Klasse auf Grund der Risikogruppe einer LED oder einer Einrichtung, die eine oder mehrere LED enthält, zu bestimmen.

Die MZB-Werte (maximal zulässige Bestrahlung) dieses Teils 1 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 angewendet werden, um mögliche Gefährdungen sicher abschätzen zu können.

Die MZB-Werte gelten nicht für Patienten, die zum Zweck medizinischer oder kosmetischer/ästhetischer Behandlung der Laserstrahlung ausgesetzt werden.

ANMERKUNG 5 Die [Anhänge A bis H](#) sind zur allgemeinen Anleitung und Erläuterung zahlreicher typischer Fälle aufgenommen worden. Die Anhänge dürfen jedoch nicht als endgültig oder erschöpfend betrachtet werden, und es sollte stets auf die entsprechenden Abschnitte in dem normativen Teil dieses Dokumentes Bezug genommen werden.

Dieser Teil der IEC 60825 bezweckt Folgendes:

- die Einführung eines Klassifizierungssystems für Laser und Lasereinrichtungen entsprechend dem Grad der von ihnen ausgehenden Gefährdung durch optische Strahlung und Hilfe bei der Festlegung von Kontrollmaßnahmen durch den Benutzer;
- Anforderungen an den Hersteller festzulegen, um Angaben zu liefern, damit angemessene Vorsichtsmaßnahmen ergriffen werden können;
- Sicherstellen angemessener Warnung von Personen durch Zeichen, 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 zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60050-845:1987, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 845: Lighting*

IEC 60601-2-22, *Medical electrical equipment – Part 2: Particular requirements for the safety of diagnostic and therapeutic laser equipment*

IEC 61010-1, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements*

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 der IEC-Publikation 60050-845 sind beabsichtigt und angegeben. In solchen Fällen wird die Nummer der Definition im Teil 845 der IEC 60050 in Klammern als Bezug angegeben, mit dem Zusatz „abgeändert“.

3.1

Zugangsklappe

Teil des Schutzgehäuses oder einer Umschließung, das den Zugang zu Laserstrahlung ermöglicht, wenn es abgenommen oder verschoben wird

^{N1)} Nationale Fußnote: Identisch mit IEC 62471.

3.2

zugängliche Strahlung

die 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/m^2 oder J/m^2 angegeben ist) entsprechend [Abschnitt 9](#) bestimmt wurde

Die zugängliche Strahlung wird unter der Voraussetzung der Zugänglichkeit entsprechend [3.37](#) bestimmt. Die zugängliche Strahlung wird mit dem Grenzwert für zugängliche Strahlung (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 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/m^2 oder J/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 ([3.52](#)).

3.3

Grenzwert der zugänglichen Strahlung

GZS

der Maximalwert zugänglicher Strahlung, der innerhalb einer bestimmten Klasse zugelassen ist

ANMERKUNG 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 9](#) 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

3.5

Alpha min.

$\alpha_{\min}$

siehe Winkelausdehnung und kleinste Winkelausdehnung ([3.7](#) und [3.58](#))

3.6

Empfangswinkel

der ebene Winkel, innerhalb dessen ein Empfänger auf optische Strahlung anspricht, üblicherweise in Radian gemessen

Dieser Empfangswinkel kann durch Blenden oder optische Elemente vor dem Empfänger (siehe [Bilder 3](#) und [4](#)) eingestellt werden. Der Empfangswinkel wird manchmal auch Gesichtsfeld genannt.

Symbol: γ

3.7

Winkelausdehnung der scheinbaren Quelle

α

der Winkel, unter dem die scheinbare Quelle, wie in [Bild 3](#) dargestellt, von einem Raumpunkt aus erscheint

ANMERKUNG 1 Ort und Winkelausdehnung der scheinbaren Quelle hängen vom Ort der Beobachtung im Strahl ab (siehe [3.11](#)).

ANMERKUNG 2 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 3 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 Divergenz des Strahls.

3.8

Austrittsöffnung

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

Siehe auch Grenzblende (3.52).

3.9

Messblende

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

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 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 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.

3.11

Strahl

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

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 abschwächt

3.13

Strahldurchmesser

Strahlweite

der Strahldurchmesser d_u an einem Punkt im Raum ist der Durchmesser des kleinsten Kreises, der u % der gesamten Laserleistung (oder Energie) umschließt

In dieser Norm wird d_{63} benutzt.

ANMERKUNG 1 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 2 Die Durchmesserdefinition über das zweite Moment (wie in ISO 11146-1 definiert) darf für Strahlprofile mit hohen zentralen Strahlungsspitzen und niedrigem Untergrund nicht verwendet werden. Solche Strahlprofile werden durch instabile Resonatoren im Fernfeld erzeugt. Die Leistung, die durch eine Blende fällt, kann wesentlich unterschätzt werden, wenn das zweite Moment verwendet wird und die Leistung unter der Annahme eines Gaußschen Strahlprofils berechnet wird.

3.14

Strahldivergenz

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

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

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

SI-Einheit: rad

ANMERKUNG Die Durchmesserdefinition über das zweite Moment (ISO 11146-1) darf 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 verwendet werden.

3.15

Strahlaufweiter

Kombination optischer Elemente, die den Durchmesser eines Laserstrahls vergrößert

3.16

Komponente im Strahlengang

optische Komponente, die im definierten Strahlengang liegt (z. B. ein Spiegel zur Steuerung des Strahlengangs oder eine abbildende Linse)

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 anwendbaren Wellenlängen und Emissionsdauern erlaubt (siehe 8.2^{N2)} und 8.3 e))

ANMERKUNG 1 Siehe auch die Abgrenzungen des Klassifizierungsschemas in [Anhang C](#).

ANMERKUNG 2 Da die Prüfungen zur Bestimmung der Klasseneinteilung der Einrichtung auf Prüfungen während des Normalbetriebes beschränkt sind, kann es für gekapselte Lasereinrichtungen der Fall sein, dass – abhängig von der Einrichtung – Strahlung oberhalb der GZS von Klasse 1 (d. h. möglicherweise bis zu Strahlungspegeln entsprechend Klasse 3R einschließlich) während der Wartung zugänglich wird, falls die Verriegelungen der Abdeckung überbrückt sind.

3.19

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 oberhalb der Grenzwerte (GZS) der Klasse 1 für die anwendbaren Wellenlängen und Emissionsdauern erlaubt (siehe 8.3 e)), wobei die Höhe der Strahlung nach 9.2 g) gemessen wird

ANMERKUNG 1 Siehe auch die Abgrenzungen des Klassifizierungsschemas in [Anhang C](#).

ANMERKUNG 2 Da die Bewertung mit einer kleineren Messblende oder in einem größeren Abstand von der scheinbaren Quelle erfolgt, als bei Lasereinrichtungen der Klasse 1 verwendet werden, ist die Ausgangsstrahlung einer Laserein-

^{N2)} Nationale Fußnote: Nach Ansicht des Deutschen Nationalen Komitees sollte hier auf [Anhang C](#) verwiesen werden.

richtung der Klasse 1M möglicherweise gefährlich, wenn diese unter Verwendung eines optischen Instruments betrachtet wird (siehe 8.2^{N3}).

ANMERKUNG 3 Da die Prüfungen zur Bestimmung der Klasseneinteilung der Einrichtung auf Prüfungen während des Normalbetriebes beschränkt sind, kann es für gekapselte Lasereinrichtungen der Fall sein, dass – abhängig von der Einrichtung – Strahlung oberhalb der GZS von Klasse 1M während der Wartung zugänglich wird, falls die Verriegelungen der Abdeckung überbrückt sind.

3.20

Lasereinrichtung der Klasse 2

jede Lasereinrichtung im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm, die während des Normalbetriebes keinen Zugang zu zugänglicher Strahlung oberhalb der Grenzwerte (GZS) der Klasse 2 für die anwendbaren Wellenlängen und Emissionsdauern erlaubt (siehe 8.2 und 8.3 e))

ANMERKUNG 1 Siehe auch die Abgrenzungen des Klassifizierungsschemas in [Anhang C](#).

ANMERKUNG 2 Da die Prüfungen zur Bestimmung der Klasseneinteilung der Einrichtung auf Prüfungen während des Normalbetriebes beschränkt sind, kann es für gekapselte Lasereinrichtungen der Fall sein, dass – abhängig von der Einrichtung – Strahlung oberhalb der GZS von Klasse 2 während der Wartung zugänglich wird, falls die Verriegelungen der Abdeckung überbrückt sind.

3.21

Lasereinrichtung der Klasse 2M

jede Lasereinrichtung im Wellenlängenbereich zwischen 400 nm und 700 nm, die während des Normalbetriebes keinen Zugang zu zugänglicher Strahlung oberhalb der Grenzwerte (GZS) der Klasse 2 für die anwendbaren Wellenlängen und Emissionsdauern erlaubt (siehe 8.3 e)), wobei die Höhe der Strahlung nach 9.2 h) gemessen wird

ANMERKUNG 1 Siehe auch die Abgrenzungen des Klassifizierungsschemas in [Anhang C](#).

ANMERKUNG 2 Da die Bewertung mit einer kleineren Messblende oder in einem größeren Abstand von der scheinbaren Quelle erfolgt, als bei Lasereinrichtungen der Klasse 2 verwendet werden, ist die Ausgangsstrahlung einer Lasereinrichtung der Klasse 2M möglicherweise gefährlich, wenn diese unter Verwendung eines optischen Instruments betrachtet wird (siehe 8.2).

ANMERKUNG 3 Da die Prüfungen zur Bestimmung der Klasseneinteilung der Einrichtung auf Prüfungen während des Normalbetriebes beschränkt sind, kann es für gekapselte Lasereinrichtungen der Fall sein, dass – abhängig von der Einrichtung – Strahlung oberhalb der GZS von Klasse 2M während der Wartung zugänglich wird, falls die Verriegelungen der Abdeckung überbrückt sind.

3.22

Lasereinrichtungen der Klasse 3R und der Klasse 3B

jede Lasereinrichtung, deren zugängliche Strahlung die Grenzwerte (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 8.2)

ANMERKUNG 1 Siehe auch die Abgrenzungen des Klassifizierungsschemas in [Anhang C](#).

ANMERKUNG 2 Einrichtungen der Klasse 1M und der Klasse 2M können, abhängig von ihren optischen Eigenschaften, Ausgangsleistungen oberhalb oder unterhalb des GZS der Klasse 3R haben.

^{N3}) Nationale Fußnote: Nach Ansicht des Deutschen Nationalen Komitees sollte hier auf [Anhang C](#) verwiesen werden.

3.23

Lasereinrichtung der Klasse 4

jede Lasereinrichtung, deren zugängliche Strahlung die Grenzwerte (GZS) der Klasse 3B übersteigt (siehe 8.2^{N4}).

3.24

Begleitstrahlung

jede elektromagnetische Strahlung im Wellenlängenbereich zwischen 180 nm und 1 mm, mit Ausnahme von Laserstrahlung, die von Lasereinrichtungen als Ergebnis oder auf Grund physikalischer Erfordernis für den Normalbetrieb eines Lasers ausgeht

3.25

kollimierter (gebündelter) Strahl

ein Strahlenbündel mit sehr geringer Winkeldivergenz oder -konvergenz

3.26

Dauerstrich

CW (en: continuous wave)

in diesem Teil 1 wird ein Laser mit kontinuierlicher Ausgangsleistung, der über einen Zeitraum von mindestens 0,25 s strahlt, als Dauerstrich-Laser betrachtet

3.27

definierter Strahlweg

beabsichtigter Strahlenweg für den Laserstrahl innerhalb der Lasereinrichtung

3.28

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

Der Begriff „Lasereinrichtungen für Vorführzwecke“ ist nicht anwendbar auf Lasereinrichtungen, die für andere Anwendungen konstruiert oder vorgesehen sind, obwohl sie zur Vorführung dieser Anwendung benutzt werden können.

3.29

diffuse Reflexion

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

Ein vollkommen diffus streuendes Material zerstört jede Korrelation zwischen den Richtungen der einfallenden und wieder austretenden Strahlung.

[IEV 845-04-47, abgeändert]

3.30

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 Der Laser in der gekapselten Lasereinrichtung wird gekapselter Laser genannt.

3.31

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

N4) Nationale Fußnote: Nach Ansicht des Deutschen Nationalen Komitees sollte hier auf [Anhang C](#) verwiesen werden.

Für einen einzelnen Impuls ist dies die Dauer zwischen dem halben Spitzenwert der ansteigenden und der abfallenden Flanke des Impulses. 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.

3.32

vagabundierende Laserstrahlung

Laserstrahlung, die vom definierten Strahlenweg abweicht

Zu dieser Art Strahlung gehören unerwünschte Reflexionen von Komponenten im Strahlengang und durch falsch justierte oder beschädigte Komponenten abgelenkte Strahlung.

3.33

Einwirkungsdauer

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

Für eine Impulsfolge ist dies die Dauer zwischen dem ersten halben Spitzenwert des führenden Impulses und dem letzten halben Spitzenwert des abschließenden Impulses.

3.34

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

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 α der scheinbaren Quelle zwischen $\alpha_{\min}$ und $\alpha_{\max}$ (mittelgroße Quellen) und größer als $\alpha_{\max}$ (große Quellen) verwendet. (Siehe auch 3.80)

Beispiele sind der Blick auf bestimmte diffuse Reflexionen und auf bestimmte Anordnungen von Laserdioden.

3.35

ausfallsicher

Konstruktionsmaßnahme, bei der das Versagen eines Bauteils die Gefährdung nicht erhöht

Im gestörten Normalbetrieb wird die Einrichtung abgeschaltet oder ungefährlich.

3.36

Sicherheitsverriegelung (ausfallsicher)

Verriegelung, die im gestörten Betrieb die beabsichtigte Wirkung nicht aufhebt; z. B. 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

3.37

Zugänglichkeit:

- a) die Möglichkeit, einen Körperteil einer Laserstrahlung, die von einer Lasereinrichtung ausgeht, auszusetzen, d. h., Strahlung kann außerhalb des Schutzgehäuses aufgefangen werden, oder
- b) die Möglichkeit, dass eine zylindrische Probe mit 100 mm Durchmesser und bis zu 100 mm Länge von Strahlung der Klasse 3B und darunter getroffen wird, oder
- c) die 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 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 Gehäuses kann durch technische Maßnahmen, wie automatische Detektionssysteme, verhindert werden.

3.38

zeitliches Integral der Strahldichte

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

(üblicherweise angegeben in $\text{J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$)

3.39

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

3.40

Bestrahlungsstärke

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

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

Symbol: E

SI-Einheit: Watt je Quadratmeter ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)

3.41

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

[IEV 845-04-39, abgeändert]

3.42

Laser-Überwachungsbereich

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

3.43

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

Allgemeine Energiequellen wie elektrische Netzversorgung oder Batterien werden nicht als Laser-Energieversorgung angesehen.

3.44

Laser-Gefahrenbereich

siehe Laserbereich (3.61)

3.45

Lasereinrichtung

jede Einrichtung oder Zusammenstellung von Bauteilen, die einen Laser oder ein Lasersystem darstellen, enthalten oder später enthalten sollen

3.46

Laserstrahlung

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

3.47

Laserschutzbeauftragter

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

3.48

Lasersystem

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

3.49

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

(Die optische Strahlung wird hauptsächlich durch den Prozess der spontanen Emission erzeugt, obwohl auch stimulierte Emission daran beteiligt sein kann.)

3.50

Grenzempfangswinkel zur Bewertung photochemischer Netzhautgefährdungen

für die Bewertung der photochemischen Netzhautgefährdung wird ein Grenzempfangswinkel γ_{ph} zur Messung festgelegt. Der Winkel γ_{ph} hängt biologisch 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_{ph} zur Messung nicht auf das festgelegte Maß beschränkt, dann kann die Gefährdung überschätzt werden.

ANMERKUNG 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.

Symbol: γ_{ph}

3.51

Grenzempfangswinkel zur Bewertung thermischer Netzhautgefährdungen

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

Der Wert des Empfangswinkel γ kann zwischen α_{min} und α_{max} variieren (siehe 8.3 d) und 9.3.2 b) 2)).

Symbol: γ_{th}

3.52

Grenzblende

die kreisförmige Fläche, über die Bestrahlungsstärke und Bestrahlung gemittelt werden

3.53

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

Normalbetrieb oder Service sind darin nicht enthalten.

3.54 größter Grenzwinkel

$\alpha_{\max}$

Wert der Winkelausdehnung der scheinbaren Quelle, oberhalb dessen die MZB-Werte und die Grenzwerte der zugänglichen Strahlung (GZS) unabhängig von der Größe der Quelle sind

ANMERKUNG $\alpha_{\max} = 100 \text{ mrad}$

3.55 maximale Ausgangsstrahlung

die maximale Strahlungsleistung bzw. die maximale Strahlungsenergie je Impuls der gesamten zugänglichen Strahlung, die eine Lasereinrichtung in irgendeine Richtung bei Nutzung aller apparativen Möglichkeiten zu einer beliebigen Zeit nach der Herstellung abgeben kann

ANMERKUNG Die maximale Ausgangsstrahlung ist die maximal zugängliche Strahlung, die für die Festlegung der Klasse der Lasereinrichtung verwendet wird. Da die Bestimmung der zugänglichen Strahlung neben anderen Bedingungen auch das Betrachten von Einfehlerbedingungen einschließt (siehe 9.2), kann die maximale Ausgangsstrahlung die höchste Ausgangsstrahlung während des Normalbetriebes überschreiten.

3.56 maximal zulässige Bestrahlung MZB

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

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 ist 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 in [Anhang A](#) (entsprechend dem derzeitigen Kenntnisstand) angegeben.

3.57 medizinische Lasergeräte

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

3.58 kleinster Grenzwinkel

$\alpha_{\min}$

der Wert der Winkelausdehnung der scheinbaren Quelle, von dem ab die Quelle als ausgedehnte Quelle angesehen wird

Die MZB-Werte und die GZS sind für Winkelausdehnungen, die kleiner als $\alpha_{\min}$ sind, unabhängig von der Größe der Strahlquelle.

ANMERKUNG $\alpha_{\min} = 1,5 \text{ mrad}$

3.59 Modenkopplung

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

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.

3.60

restriktivste Stelle

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

ANMERKUNG Sowohl die zugängliche Strahlung als auch der GZS können von der Stelle im Strahl abhängig sein, an der die Bewertung erfolgt.

3.61

Laserbereich

NOHA (en: Nominal Ocular Hazard Area)

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

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

3.62

Sicherheitsabstand

NOHD (en: Nominal Ocular Hazard Distance)

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

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

3.63

Normalbetrieb

Betrieb einer Lasereinrichtung im gesamten vorgesehenen Funktionsbereich

Wartung und Service sind darin nicht enthalten.

3.64

Grenzwert für photochemische Gefährdung

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

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 Photoretinopathie schützt – eine photochemische Netzhautverletzung durch Bestrahlung.

3.65

Schutzabdeckung

physikalische Vorrichtung, die verhindert, dass Menschen Laserstrahlung ausgesetzt werden, ausgenommen in Fällen, in denen der Zugang zur Strahlung für die vorgesehene Funktion der Anlage notwendig ist

3.66

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)

3.67

Impulsdauer

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

3.68

Impulslaser

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

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

3.69

Strahldichte

Größe, definiert durch die Gleichung

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

Dabei sind

$d\Phi$ die Strahlungsleistung in einem elementaren Strahl, das 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; und

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

Symbol: L

SI-Einheit: $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$

[IEV 845-01-34, abgeändert]

ANMERKUNG Diese Definition ist eine Vereinfachung der Definition IEV 845-01-34, die für Zwecke dieses Teils 1 ausreichend ist. In Zweifelsfällen gilt die IEV-Definition.

3.70

Strahlungsenergie

Zeitintegral der Strahlungsleistung über eine bestimmte Zeitdauer Δt

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

[IEV 845-01-27]

Symbol: Q

SI-Einheit: Joule (J)

3.71

Bestrahlung, Energiedichte

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

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

Symbol: H

SI-Einheit: Joule je Quadratmeter ($\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$)

3.72

Strahlungsleistung

in Form von Strahlung ausgesandte, durchgelassene oder empfangene Leistung

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

[IEV 845-01-24]

Symbol: Φ, P

SI-Einheit: Watt (W)

3.73

Reflexionsgrad

Verhältnis der reflektierten Strahlungsleistung zur einfallenden Strahlungsleistung unter gegebenen Bedingungen

[IEV 845-04-58, abgeändert]

Symbol: ρ

SI-Einheit: 1

3.74

Steckverbinder für fernbedienbare Sicherheitsverriegelung

Steckverbinder, der es ermöglicht, externe, von anderen Bauteilen der Lasereinrichtung getrennt platzierte Steuerelemente anzuschließen (siehe 4.4)

3.75

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 (siehe 4.3)

3.76

richtungsveränderliche Laserstrahlung

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

3.77

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

Wartung und Normalbetrieb der Einrichtung sind darin nicht eingeschlossen.

3.78

Service-Abdeckung

Zugangsklappe, die beim Service entfernt oder verschoben wird

3.79

Einfehler-Bedingung

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

3.80

kleine Quelle

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

3.81

spiegelnde Reflexion

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

ANMERKUNG Diese Definition soll berücksichtigen, dass einige reflektierende Oberflächen, wie parabolische Spiegel, die Gefahr eines einfallenden Strahls erhöhen können oder sie wenigstens unverändert lassen können.

3.82

Grenzwert für thermische Gefährdung

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

3.83

Zeitbasis

die Emissionsdauer, die für die Klassifizierung zu betrachten ist (siehe 8.3 e))

3.84

Werkzeug

bezeichnet einen Schraubendreher, einen Sechskant oder einen anderen Gegenstand, der benutzt werden kann, um eine Schraube oder ähnliche Befestigungsmittel zu betätigen

3.85

Transmissionsgrad

Verhältnis der durchgelassenen Strahlungsleistung zur einfallenden Strahlungsleistung unter gegebenen Bedingungen

[IEV 845-04-59, abgeändert]

Symbol: τ

SI-Einheit: 1

3.86

optische Dichte bei Transmission

Zehner-Logarithmus des reziproken Wertes des Transmissionsgrades τ

[IEV 845-04-66]

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

Symbol: D

3.87

sichtbare Strahlung

Licht

jede optische Strahlung, die unmittelbar eine Gesichtsempfindung hervorzurufen vermag

[IEV 845-01-03]

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

3.88

Werkstück

ein Gegenstand, der durch Laserstrahlung bearbeitet werden soll

4 Konstruktionsanforderungen

4.1 Allgemeine Bemerkungen

Lasereinrichtungen benötigen, abhängig von der Klasse, der sie vom Hersteller zugeordnet worden sind, bestimmte eingebaute Sicherheitseinrichtungen. Die Anforderungen für diese sind in 4.2 bis 4.12 niedergelegt. Der Hersteller hat sicherzustellen, dass diejenigen Personen, die für die Klassifizierung der Lasereinrichtungen und -systeme verantwortlich sind, in einem angemessenen Maße ausgebildet sind, das ihnen erlaubt, die Zusammenhänge des Klassifizierungs-Schemas vollständig zu verstehen.

- Modifizierung

Für den Fall, dass die Modifizierung einer im Rahmen dieser Norm bereits klassifizierten Lasereinrichtung in irgendeiner Hinsicht die Leistung oder die vorgesehenen Funktionen der Einrichtung berührt, ist diejenige Person bzw. Organisation, die eine solche Änderung vornimmt, dafür verantwortlich, dass die erneute Klassifizierung und die neue Kennzeichnung der Lasereinrichtung sichergestellt sind.

4.2 Schutzgehäuse

4.2.1 Allgemeines

Jede Lasereinrichtung muss ein Schutzgehäuse haben, das im installierten Zustand Zugang zur Laserstrahlung (einschließlich vagabundierender Strahlung) über den GZS der Klasse 1 verhindert, es sei denn, der Zugang ist notwendig, um die beabsichtigte(n) Funktion(en) der Einrichtung auszuführen.

Beruhet die Klassifizierung einer Lasereinrichtung auf dem Verhindern von Zugang zu Energie der Höhe, die Klasse 4 entspricht (z. B. bei Laserbearbeitungsmaschinen), dann muss das Schutzgehäuse Bestrahlungen unter vernünftigerweise vorhersehbaren Einfehlerbedingungen (siehe 9.1) ohne menschlichen Eingriff widerstehen. Ist das Schutzgehäuse so groß, dass ein Hineingehen von Personen möglich ist, dann siehe 4.12.

Bei der Wartung von Lasereinrichtungen der Klassen 1, 1M, 2, 2M und 3R ist Zugang zu Strahlung der Klasse 3B oder Klasse 4 nicht zulässig. Bei der Wartung von Lasereinrichtungen der Klasse 3B ist Zugang zu Strahlung der Klasse 4 nicht zulässig.

4.2.2 Service

Jeder Teil des Gehäuses oder der Abdeckung einer Lasereinrichtung (einschließlich gekapselter Lasereinrichtungen), der zu Servicezwecken abgenommen oder in seiner Lage verändert werden kann und der einen Zugang zu Laserstrahlung, die die zugeordneten GZS überschreitet, gestatten würde und der keine Sicherheitsverriegelung besitzt (siehe 4.3), muss so gesichert werden, dass zur Abnahme oder Verlagerung des Gehäuseteils oder der Abdeckung Werkzeug benutzt werden muss.

4.2.3 Herausnehmbares Lasergerät

Wenn ein Lasersystem aus seinem Schutzgehäuse oder der Schutzabdeckung herausgenommen und ohne Modifizierung betrieben werden kann, dann muss das Lasersystem den Anforderungen für die Herstellung nach den Abschnitten 4 und 5, die für seine Klasse gelten, genügen.

4.3 Zugangsklappen und Sicherheitsverriegelungen

4.3.1 Eine Sicherheitsverriegelung muss an Zugangsklappen von Schutzgehäusen angebracht sein, wenn die beiden folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- a) Das Entfernen oder Verschieben der Zugangsklappe ist während der Wartung oder während des Normalbetriebs vorgesehen, und
- b) das Entfernen der Zugangsklappe ergibt Zugang zu Laserstrahlung, deren Höhe in der folgenden Tabelle 1 durch „X“ bezeichnet ist.

Die unten stehende Tabelle 1 gibt durch (X) die Notwendigkeit einer Sicherheitsverriegelung an.

Tabelle 1 – Anforderungen für Sicherheitsverriegelungen

Klasse der Einrichtung	Zugängliche Strahlung, während oder nach Entfernen der Zugangsklappe				
	1, 1M	2, 2M	3R	3B	4
1, 1M	–	–	X	X	X
2, 2M	–	–	X	X	X
3R	–	–	–	X	X
3B	–	–	–	X	X
4	–	–	–	X	X

Nach Entfernen der Zugangsklappe darf durch die Öffnung keine Strahlung oberhalb der GZS der Klasse 1M oder der Klasse 2M, je nachdem, was entsprechend der Wellenlänge zutrifft, austreten.

Ist eine Sicherheitsverriegelung erforderlich, dann dürfen durch das Entfernen der Zugangsklappe keine Strahlungswerte über dem GZS in [Tabelle 1](#) zugänglich werden. Unbeabsichtigtes Zurücksetzen der Sicherheitsverriegelung darf nicht allein Strahlung über den anzuwendenden GZS nach [Tabelle 1](#) wieder entstehen lassen. Diese Verriegelungen müssen den Anforderungen der anzuwendenden IEC-Sicherheitsnorm entsprechen (siehe [Abschnitt 1](#)).

ANMERKUNG Die Anforderungen von [9.1](#) gelten auch für Verriegelungen, d. h., Verriegelungen müssen ausfallsicher oder redundant sein.

4.3.2 Falls ein Überbrückungsmechanismus vorgesehen ist, muss der Hersteller auch angemessene Vorschriften über sichere Arbeitsmethoden liefern. Es darf nicht möglich sein, den Überbrückungsmechanismus funktionsfähig zu halten, wenn die Zugangsklappe in ihre normale Stellung zurückgebracht ist. Die Sicherheitsverriegelung muss klar mit einer Kennzeichnung nach [5.9.2](#) in Verbindung stehen. Die Benutzung der Überbrückung muss immer dann eine deutlich sichtbare oder hörbare Warnung verursachen, wenn der Laser mit Energie versorgt bzw. Kondensatorbänke nicht vollkommen entladen sind, unabhängig davon, ob die Zugangsklappe entfernt oder verschoben ist oder nicht. Sichtbare Warnungen müssen durch Augenschutzmittel, die speziell für die Wellenlänge(n) der zugänglichen Laser-Strahlung konstruiert oder spezifiziert sind, deutlich erkennbar sein.

4.4 Steckverbinder für fernbedienbare Sicherheitsverriegelung

Jedes Lasersystem der Klasse 3B und der Klasse 4 muss einen Steckverbinder für eine fernbedienbare Sicherheitsverriegelung besitzen. Wenn die Kontakte des Steckverbinders offen sind, darf die zugängliche Strahlung des Lasers die GZS der Klasse 1M oder der Klasse 2M, je nachdem, was zutrifft, nicht überschreiten.

4.5 Zurücksetzen von Hand

Bei jedem Lasersystem der Klasse 4 muss ein Zurücksetzen von Hand möglich sein, um die Wiederinbetriebnahme der zugänglichen Laserstrahlung der Klasse 4 nach Unterbrechung der Emission auf Grund der Benutzung des Steckverbinders für fernbedienbare Sicherheitsverriegelung oder auf Grund einer Unterbrechung der Stromversorgung für länger als 5 s zu ermöglichen.

ANMERKUNG Die Hersteller können einen zweiten Steckverbinder für die Verriegelung einbauen, der keine aktive Betätigung für das Starten der Emission erfordert; es ist jedoch nicht erforderlich, dass eine Einrichtung zwei Steckverbinder hat.

4.6 Schlüsselschalter

Jedes Lasersystem der Klasse 3B und der Klasse 4 muss einen schlüsselbetätigten Hauptschalter besitzen. Der Schlüssel muss abziehbar sein, und Laserstrahlung darf nicht zugänglich sein, wenn der Schlüssel abgezogen ist.

ANMERKUNG In diesem Teil 1 schließt der Begriff „Schlüssel“ jede andere Steuer- und Bedieneinrichtung, wie Magnetkarten, Ziffernkombinationen, Computerpasswörter usw., ein.

4.7 Emissions-Warneinrichtung

4.7.1 Jedes Lasersystem der Klasse 3R im Wellenlängenbereich unter 400 nm und über 700 nm und jedes Lasersystem der Klasse 3B und der Klasse 4 muss Folgendes erfüllen.

4.7.2 Eine Warneinrichtung muss ein hörbares oder sichtbares Signal abgeben, wenn das Lasersystem eingeschaltet oder wenn die Kondensatorbänke gepulster Laser geladen werden oder nicht sicher entladen sind. Die Warneinrichtung muss ausfallsicher oder redundant sein. Jede sichtbare Warneinrichtung muss durch Augenschutzmittel, die spezifisch für die Wellenlänge(n) der abgegebenen Laserstrahlung ausgelegt sind, deutlich sichtbar sein. Die sichtbare(n) Warneinrichtung(en) muss (müssen) so angebracht sein, dass man sie sehen kann, ohne sich Laserstrahlung über den GZS für Klasse 1M und Klasse 2M aussetzen zu müssen.

4.7.3 Jede Bedieneinrichtung und jede Laser-Austrittsöffnung, die zwei oder mehr Meter von der Warneinrichtung gegen Strahlung entfernt werden kann, muss selbst mit einer Strahlungs-Warneinrichtung ausgestattet sein. Die Warneinrichtung muss für Personen in der Nähe der Bedieneinrichtung oder Laser-Austrittsöffnung deutlich sichtbar oder hörbar sein.

4.7.4 Wenn die Laser-Strahlung an mehr als einer Austrittsöffnung auftreten kann, dann muss eine sichtbare Warneinrichtung nach 4.7.2 deutlich anzeigen, an welcher oder welchen Austrittsöffnungen die Laserstrahlung auftreten kann.

4.8 Strahlfänger oder -abschwächer

Jedes Lasersystem der Klasse 3B und der Klasse 4 muss eine oder mehrere dauernd angebrachte Vorrichtungen für die Strahlabschwächung enthalten (z. B. Strahlfänger, Abschwächer oder Schalter). Der Strahlfänger oder Abschwächer muss in der Lage sein, den Zugang von Personen zu Laserstrahlung über den GZS für die Klasse 1M oder Klasse 2M, je nachdem, was zutrifft, zu verhindern.

4.9 Steuer- und Bedieneinrichtungen

Jede Lasereinrichtung muss Steuer- und Bedienelemente haben, die so angebracht sind, dass Tätigkeiten des Einstellens und des Betreibens durchgeführt werden können, ohne sich Laserstrahlung der Klasse 3R, der Klasse 3B oder der Klasse 4 auszusetzen.

4.10 Beobachtungsoptiken

Alle Beobachtungsoptiken, Beobachtungsöffnungen oder Anzeigeschirme, die in einer Lasereinrichtung eingebaut sind, müssen eine Strahldämpfung enthalten, die ausreicht, um zugängliche Strahlung über den GZS für Klasse 1M zu verhindern. Für Strahlunterbrecher oder verstellbare Strahlabschwächer in der Beobachtungsoptik, Beobachtungsöffnung oder im Anzeigeschirm müssen gerätetechnische Vorkehrungen getroffen sein, die

- a) zugängliche Strahlung über den GZS für Klasse 1M verhindern, wenn der Strahlunterbrecher geöffnet oder der Strahlabschwächer verstellt ist,
- b) das Öffnen des Strahlunterbrechers oder das Verstellen des Strahlabschwächers verhindern, wenn zugängliche Strahlung über den GZS für Klasse 1M möglich ist.

4.11 Sicherheitsvorrichtung bei richtungsveränderlicher Strahlung

Lasereinrichtungen, die richtungsveränderliche Strahlung aussenden und auf dieser Grundlage klassifiziert sind, dürfen infolge Versagens der Ablenkung oder durch Änderung entweder der Ablenkgeschwindigkeit oder der Amplitude keine zugängliche Strahlung über den GZS der zugeordneten Klasse zulassen, es sei denn, dass eine Bestrahlung von Personen für den Zeitraum zwischen dem Ausfall und dem Zeitpunkt, an dem die Sicherheitsvorrichtung für richtungsveränderliche Strahlung die Emission auf Werte unterhalb der GZS der Klasse der Einrichtung verringert (siehe auch 9.1), nicht vernünftigerweise vorhersehbar ist.

4.12 Zugang durch Hineingehen

Wenn ein Schutzgehäuse mit Zugangsöffnungen versehen ist, die einen Zugang durch Hineingehen ermöglichen, dann:

- a) müssen Möglichkeiten vorhanden sein, mit denen jede Person im Schutzgehäuse die Entstehung einer Lasergefährdung entsprechend der Klasse 3B oder der Klasse 4 verhindern kann;
- b) muss eine Warneinrichtung so angebracht sein, dass jede Person, die im Schutzgehäuse sein könnte, vor Emission von Strahlung entsprechend der Klasse 3R im Wellenlängenbereich unter 400 nm und über 700 nm oder vor Laserstrahlung entsprechend der Klasse 3B oder der Klasse 4 angemessen gewarnt wird;

- c) muss die Emission von Laserstrahlung, die der Klasse 3B oder der Klasse 4 entspricht, konstruktiv verhindert werden, solange sich jemand in einem Schutzgehäuse der Klasse 1, Klasse 2 oder Klasse 3R befindet, wenn Zugang durch Hineingehen während des Normalbetriebes beabsichtigt oder vernünftigerweise vorhersehbar ist.

ANMERKUNG Methoden, um den Zugang zu Strahlung zu verhindern, während sich Personen in dem Schutzgehäuse befinden, können druckempfindliche Fußmatten, Infrarotdetektoren usw. sein.

4.13 Umgebungsbedingungen

Die Lasereinrichtung muss die Sicherheitsanforderungen dieser Norm unter allen zu erwartenden Normalbetriebsbedingungen für die beabsichtigte Anwendung der Einrichtung erfüllen. Dabei sind zu beachten:

- klimatische Bedingungen (z. B. Temperatur, relative Feuchte);
- Schwingungen und Stöße.

Falls in der Geräte-Sicherheitsnorm dazu keine Aussagen getroffen sind, sind die maßgeblichen Unterabschnitte der IEC 61010-1 anzuwenden.

ANMERKUNG Anforderungen bezüglich der elektromagnetischen Verträglichkeit sind in Vorbereitung.

4.14 Schutz gegen andere Gefährdungen

4.14.1 Nichtoptische Gefährdungen

Die Anforderungen der zutreffenden Geräte-Sicherheitsnorm sind während des Normalbetriebs und für die Einfehler-Bedingung zu erfüllen in Bezug auf:

- elektrische Gefährdungen;
- erhöhte Temperatur;
- Erzeugung von Feuer durch die Einrichtung;
- Schall und Ultraschall;
- gefährliche Stoffe;
- Explosion.

Falls in der Geräte-Sicherheitsnorm dazu keine Aussagen getroffen sind, sind die maßgeblichen Unterabschnitte der IEC 61010-1 anzuwenden.

ANMERKUNG In vielen Ländern gibt es besondere Vorschriften für die Überwachung von Schadstoffen. Diese Anforderungen sind bei der zuständigen nationalen Behörde zu erfragen.

4.14.2 Begleitstrahlung

Das Schutzgehäuse schützt üblicherweise auch gegen Gefährdungen durch Begleitstrahlung (z. B. UV-Strahlung, Licht, IR-Strahlung). Falls jedoch Bedenken bestehen, dass die Begleitstrahlung gefährlich sein könnte, dürfen die MZB-Werte für eine konservative Abschätzung dieser Gefährdung verwendet werden.

5 Kennzeichnung

5.1 Allgemeines

Jede Lasereinrichtung muss Kennzeichnungen entsprechend den Anforderungen der folgenden Abschnitte tragen. Die Kennzeichnungen müssen ihrem Zweck entsprechend dauerhaft angebracht, lesbar und während des Normalbetriebes und der Service- und Wartungsarbeiten deutlich sichtbar sein. Die Kennzeichnungen müssen so angebracht sein, dass man sie lesen kann, ohne dass es notwendig ist, sich Laserstrahlung über

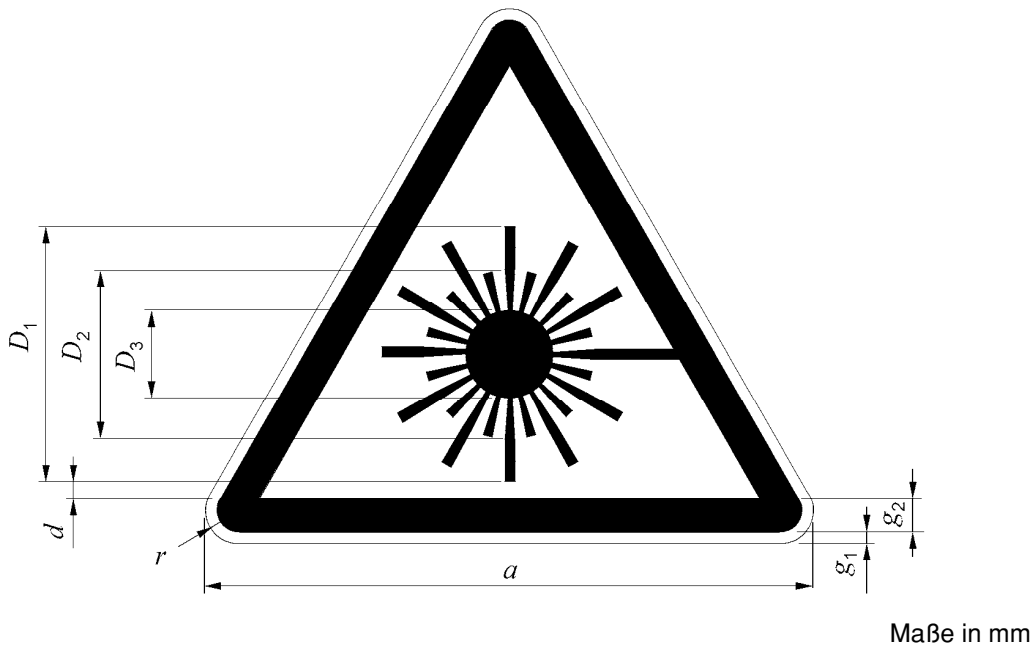
dem GZS der Klasse 1 auszusetzen. Text, Umrandung und Symbole müssen schwarz auf gelbem Untergrund erscheinen, mit Ausnahme der Klasse 1, wo diese Farbkombination nicht benutzt werden muss.

Der Text der Kennzeichnungen nach [Abschnitt 5](#) ist empfohlen, aber nicht verpflichtend. Anderer Text, der dieselbe Bedeutung hat, kann statt dessen verwendet werden.

Sollte wegen Größe und Aufbau der Einrichtung eine Kennzeichnung praktisch nicht möglich sein, dann muss die Kennzeichnung den Benutzerunterlagen beigelegt oder an der Verpackung angebracht werden.

ANMERKUNG Direktes Drucken oder Gravieren entsprechender Kennzeichnungen auf der Lasereinrichtung oder den Abdeckungen ist zulässig.

Grafisches Symbol und Umrandung: schwarz
Hintergrund: gelb



<i>a</i>	<i>g</i> ₁	<i>g</i> ₂	<i>r</i>	<i>D</i> ₁	<i>D</i> ₂	<i>D</i> ₃	<i>d</i>
25	0,5	1,5	1,25	10,5	7	3,5	0,5
50	1	3	2,5	21	14	7	1
100	2	6	5	42	28	14	2
150	3	9	7,5	63	42	21	3
200	4	12	10	84	56	28	4
400	8	24	20	168	112	56	8
600	12	36	30	252	168	84	12

*D*₁, *D*₂, *D*₃, *g*₁ und *d* sind empfohlene Maße.

ANMERKUNG 1 Der Zusammenhang zwischen dem größten Abstand *L*, aus dem das Warnschild erkannt werden kann, und der kleinsten Fläche *A* des Warnschildes wird durch folgende Gleichung angegeben: $A = L^2/2\,000$; dabei wird *A* in m² und *L* in m angegeben. Diese Gleichung gilt für Abstände bis etwa 50 m.

ANMERKUNG 2 Diese Maße sind empfohlene Werte. Solange die Werte proportional verändert werden, dürfen das grafische Symbol und die Umrandung jede lesbare Größe haben, die auf Grund der Größe des Lasergerätes nötig ist.

Bild 1 – Warnschild – Gefahrensymbol