

	Sicherheit von Lasereinrichtungen Teil 1: Klassifizierung von Anlagen, Anforderungen und Benutzer-Richtlinien (IEC 60825-1:1993 + A2:2001) Deutsche Fassung EN 60825-1:1994 + A11:1996 + A2:2001	DIN EN 60825-1
VDE	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Vorstand beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekannt gegeben worden.	Klassifikation VDE 0837 Teil 1
ICS 13.280; 31.260 Safety of laser products Part 1: Equipment classification, requirements and user's guide (IEC 60825-1:1993 + A2:2001) German version EN 60825-1:1994 + A11:1996 + A2:2001 Sécurité des appareils à laser Partie 1: Classification des matériels, prescriptions et guide de l'utilisateur (CEI 60825-1:1993 + A2:2001) Version allemande EN 60825-1:1994 + A11:1996 + A2:2001 Die Europäische Norm EN 60825-1:1994, zusammen mit den eingearbeiteten Änderungen A11:1996 und A2:2001, hat den Status einer Deutschen Norm. Beginn der Gültigkeit Die EN 60825-1 wurde am 1993-09-22 angenommen. Die Änderung A11 wurde am 1996-10-01 und die A2 am 2001-01-01 angenommen. Daneben darf DIN EN 60825-1 (VDE 0837 Teil 1):1997-03 noch bis 2004-01-01 angewendet werden. Nationales Vorwort Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium GK 841 „Optische Strahlungssicherheit und Lasereinrichtungen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig. Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN EN 60825-1/A1 (VDE 0837 Teil 1/A2):1999-12. 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 zum Jahr 2003 unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation – bestätigt, – zurückgezogen, – durch eine Folgeausgabe ersetzt oder – geändert. Fortsetzung Seite 2 bis 5 und 116 Seiten EN DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

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 gewerblichen Berufsgenossenschaften. Diese haben in jedem Fall Vorrang vor den in Hauptabschnitt drei dieser Norm definierten Anforderungen.

Die Änderungen des Amendment 2 sind mit einem Strich und der Ziffer 2 am Rand markiert, da dies die Änderungen gegenüber der Ausgabe 1997-03 sind.

In der Norm wird bei Lasern der Klasse 2 von Abwendungsreaktionen gesprochen, die den Lidschlussreflex mit einschließen. Zur Zeit laufen in Deutschland Untersuchungen zum Lidschlussreflex, die zum derzeitigen Stand Zweifel zulassen, ob der Lidschutzreflex immer sicher funktioniert.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 60825-1 (VDE 0837 Teil 1):1997-03** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

Durch die Übernahme der Änderung A2 wurde die Klasseneinteilung vereinfacht und dabei bisher zu hoch gewählte Sicherheitszuschläge reduziert.

Frühere Ausgaben

DIN 57836 (VDE 0836):1977-02,

DIN EN 60825 (VDE 0837):1993-07,

DIN EN 60825-1 (VDE 0837 Teil 1):1994-07,

DIN EN 60825-1 (VDE 0837 Teil 1):1997-03

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.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60027-1:1992*)	–	–
–	IEC 60050(845):1987	–	–
EN 60601-2-22:1992	IEC 60601-2-22:1992	DIN EN 60601-2-22 (VDE 0750 Teil 2-22):1996-12 DIN EN 60601-2-22 Berichtigung 1 (VDE 0750 Teil 2-22 Berichtigung 1):1997-11	VDE 0750 Teil 2-22
EN 60825-2:1994	IEC 60825-2:1993	DIN EN 60825-2 (VDE 0837 Teil 2):1994-07	VDE 0837 Teil 2
EN 61010-1:1993	IEC 61010-1:1990 + A1:1992 (mod)	DIN EN 61010-1 (VDE 0411 Teil 1):1994-03	VDE 0411 Teil 1
EN 61040:1992	IEC 61040:1990	DIN EN 61040 (VDE 0835):1993-08	VDE 0835
–	ISO 1000:1992	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ) Literaturhinweise

DIN EN 60601-2-22 (VDE 0750 Teil 2-22):1996-12, Medizinische elektrische Geräte – Teil 2: Besondere Festlegungen für die Sicherheit von diagnostischen und therapeutischen Lasergeräten (IEC 60601-2-22:1995); Deutsche Fassung EN 60601-2-22:1996.

DIN EN 60825-2 (VDE 0837 Teil 2):1994-07, Sicherheit von Lasereinrichtungen – Teil 2: Sicherheit von Lichtwellenleiter-Kommunikationssystemen (IEC 60825-2:1993); Deutsche Fassung EN 60825-2:1994.

DIN EN 61010-1 (VDE 0411 Teil 1):1994-03, Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 61010-1:1990 + A 1:1992, modifiziert); Deutsche Fassung EN 61010-1:1993.

DIN EN 61040 (VDE 0835):1993-08, Empfänger, Messgeräte und Anlagen zur Messung von Leistung und Energie von Laserstrahlen (IEC 61040:1990); Deutsche Fassung EN 61040:1992.

*) IEC 60027-1:1971 + A1:1974 + A2:1977 wurden harmonisiert als HD 245.1 S3:1979.

Nationaler Anhang NC (informativ) Stichwortverzeichnis

Da im Normtext die Begriffe in der alphabetischen Reihenfolge der englischen Begriffe angeordnet sind, ist im folgenden zur Erleichterung der Anwendung eine Liste der Begriffe in der Reihenfolge der deutschen Begriffe aufgeführt.

Begriff	Abschnitt	Seite
Abdeckung	3.1	9
Alpha min.	3.5	9
Ausfallsicher	3.34	13
Austrittsöffnung, Messblende	3.8	10
Begleitstrahlung	3.23	12
Bestrahlungsstärke	3.39	14
Blick in eine ausgedehnte Quelle	3.33	13
Dauerstrich	3.25	12
Definierter Strahlengang	3.26	12
Diffuse Reflexion	3.28	12
Direkter Blick in den Strahl	3.38	13
Einfehler-Bedingung	3.78	18
Einwirkungsdauer	3.32	13
Emissionsdauer	3.30	12
Empfangswinkel	3.6	9
Energiedichte	3.69	17
Gebündelter Strahl	3.24	12
Gekapselte Lasereinrichtung	3.29	12
Grenzblende	3.51	15
Grenzwert für photochemische Gefährdung	3.62	16
Grenzwert für thermische Gefährdung	3.82	18
Grenzwerte der zugänglichen Strahlung (GZS)	3.2	9
Größter Grenzwinkel	3.53	15
Impulsdauer	3.65	16
Impulslaser	3.66	16
Kleine Quelle	3.79	18
Kleinster Grenzwinkel	3.57	15
Komponente im Strahlengang	3.15	11
Laser	3.40	14
Laserbereich	3.59	16
Lasereinrichtung	3.45	14
Lasereinrichtung der Klasse 1	3.17	11
Lasereinrichtung der Klasse 1M	3.18	11
Lasereinrichtung der Klasse 2	3.19	11
Lasereinrichtung der Klasse 2M	3.20	11
Lasereinrichtung der Klasse 4	3.22	11
Lasereinrichtungen der Klasse 3R und der Klasse 3B	3.21	11
Lasereinrichtungen für medizinische Zwecke	3.56	15
Lasereinrichtungen für Vorführzwecke	3.27	12
Laser-Energieversorgung	3.42	14
Laser-Gefahrenbereich	3.43	14
Laser-Lichtwellenleiter-Übertragungssystem	3.44	14
Laserschutzbeauftragter	3.47	14
Laserstrahlung	3.46	14
Lasersystem	3.48	14
Laser-Überwachungsbereich	3.41	14
Licht	3.87	19
Licht emittierende Diode	3.50	15
Maximal zulässige Bestrahlung	3.55	15
Maximale Ausgangsstrahlung	3.54	15

Begriff	Abschnitt	Seite
Modenkopplung	3.58	15
Nivellier-Laser	3.49	15
Normalbetrieb	3.61	16
Optische Dichte bei Transmission	3.86	19
Organisatorische Sicherheitsmaßnahmen	3.3	9
Positionierlaser	3.80	18
Reflexionsgrad	3.71	17
Richtungsveränderliche Laserstrahlung	3.74	18
Scheinbare Quelle	3.9	10
Schutzabdeckung	3.63	16
Schutzgehäuse	3.64	16
Service	3.75	18
Service-Abdeckung	3.77	18
Service-Verbindung	3.76	18
Sicherheitsabstand	3.60	16
Sicherheitsverriegelung (ausfallsicher)	3.35	13
Sicherheitsverriegelung	3.73	17
Sichtbare Strahlung	3.79	19
Spiegelnde Reflexion	3.80	18
Steckverbinder für fernbediente Sicherheitsverriegelung	3.72	17
Strahl	3.10	10
Strahlabschwächer	3.11	10
Strahlaufweiter	3.14	11
Strahldichte	3.67	16
Strahldivergenz	3.13	10
Strahldurchmesser (Strahlbreite)	3.12	10
Strahlfänger	3.16	11
Strahlungsenergie	3.68	17
Strahlungsleistung	3.70	17
Transmissionsgrad	3.85	18
Vagabundierende Laserstrahlung	3.31	12
Vermessungslaser	3.4	9
Wartung	3.52	15
Werkstück	3.88	19
Werkzeug	3.84	18
Winkelausdehnung	3.7	10
Zeitbasis	3.83	18
Zeitliches Integral der Strahldichte	3.37	13
Zugänglichkeit	3.36	13

– Leerseite –

EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE

EN 60825-1

März 1994

+ A11

Oktober 1996

+ A2

März 2001

ICS 13.110; 31.260

Ersatz für EN 60825:1991

Deutsche Fassung

Sicherheit von Lasereinrichtungen
Teil 1: Klassifizierung von Anlagen, Anforderungen und Benutzer-Richtlinien
(Einschließlich Änderung A11:1996 + A2:2001)
(IEC 60825-1:1993 + A2:2001)

Safety of laser products
Part 1: Equipment classification, requirements
and user's guide
(Includes Amendment A11:1996 + A2:2001)
(IEC 60825-1:1993 + A2:2001)

Sécurité des appareils à laser
Partie 1: Classification des matériels,
prescriptions et guide de l'utilisateur
(Inclut l'amendement A11:1996 + A2:2001)
(CEI 60825-1:1993 + A2:2001)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 1993-09-22, die A11 am 1996-10-01 und die A2 am 2001-01-01 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, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, Tschechische Republik und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

© 2001 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60825-1:1994 + A11:1996 + A2:2001 D

Vorwort

Der Text der Schriftstücke 76(CO)28 und 28B, wie ausgearbeitet vom Technischen Komitee der IEC/TC 76 „Laser equipment“, wurde im November 1992 der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und wurde von CENELEC am 1993-09-22 als Änderung A2 zu EN 60825:1991 angenommen.

Im November 1993 hat IEC die erste Ausgabe der IEC 60825-1 veröffentlicht.

Nachdem CLC/TC 76 bestätigte, dass

- IEC 60825-1:1993 mit IEC 60825:1984 + A1:1990 + Schriftstücke 76(CO)28 und 28B übereinstimme,
- die für EN 60825:1991 (IEC 60825:1984 + A1:1990) angenommenen gemeinsamen Abänderungen von der neuen IEC-Publikation abgedeckt sind,

haben die ständigen Delegierten des Technischen Büros von CENELEC die Ratifizierung von IEC 60825-1:1993 als EN 60825-1 bestätigt.

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): 1995-03-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 1995-03-01

Für Erzeugnisse, die vor 1995-03-01 der EN 60825:1991 entsprochen haben, wie durch den Hersteller oder durch eine Zertifizierungsstelle nachgewiesen, darf diese vorhergehende Norm für die Fertigung bis 2000-03-01 noch weiter angewendet werden.

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt. Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.

In dieser Norm ist Anhang ZA normativ, die Anhänge A, B, C, D, E und F sind informativ.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60825-1:1993 wurde von CENELEC als Europäische Norm ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort der Änderung A11

Der Text dieser Änderung A11 wurde ausgearbeitet vom Technischen Komitee CENELEC TC 76 Lasereinrichtungen.

Nachstehende Daten wurde festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 1997-01-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 1997-01-01

Vorwort der Änderung A2

Der Text des Schriftstücks 76/220/FDIS, zukünftige Änderung 2 zu IEC 60825-1:1993 ausgearbeitet von dem IEC/TC 76 "Optical radiation safety and laser equipment", wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2001-01-01 als Änderung A2 zu EN 60825-1:1994 angenommen.

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): 2001-11-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2004-01-01

Anerkennungsnotiz

Der Text der Änderung 2:2001 zur Internationalen Norm IEC 60825-1:1993 wurde von CENELEC als Änderung zur Europäischen Norm ohne irgendeine Abänderung angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Vorwort der Änderung A11	2
Vorwort der Änderung A2	3
Hauptabschnitt eins – Allgemeines	7
1 Anwendungsbereich und Zweck	7
1.1 Anwendungsbereich	7
1.2 Zweck	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	9
Hauptabschnitt zwei – Anforderungen für die Herstellung	19
4 Konstruktionsanforderungen	19
4.1 Allgemeine Bemerkungen	19
4.2 Schutzgehäuse	19
4.3 Abdeckplatten von Schutzgehäusen und Sicherheitsverriegelungen	20
4.4 Steckverbinder für fernbedienbare Sicherheitsverriegelung	21
4.5 Schlüsselschalter	21
4.6 Emissions-Warkeinrichtung	21
4.7 Strahlfänger oder -abschwächer	21
4.8 Steuer- und Bedieneinrichtungen	21
4.9 Beobachtungsoptiken	21
4.10 Sicherheitsvorrichtung bei richtungsveränderlicher Strahlung	22
4.11 Justierhilfen	22
4.12 Zugang durch Hineingehen	22
4.13 Umgebungsbedingungen	22
4.14 Schutz gegen andere Gefährdungen	22
5 Beschilderung	23
5.1 Allgemeines	23
5.2 Klasse 1	23
5.3 Klasse 2	23
5.4 Klasse 3R	24
5.5 Klasse 3B	24
5.6 Klasse 4	24
5.7 Schild an der Strahlaustrittsöffnung	24
5.8 Kennzeichnung der abgegebenen Strahlung und der Norm	25
5.9 Schilder für Abdeckungen	25
5.10 Warnung vor unsichtbarer Laserstrahlung	26
5.11 Warnung vor sichtbarer Laserstrahlung	26
5.12 Warnung vor Strahlung Licht emittierender Dioden	26
6 Weitere erforderliche Angaben	27

	Seite
6.1 Information für den Benutzer	27
6.2 Kauf- und Service-Unterlagen	27
7 Zusätzliche Anforderungen an besondere Lasereinrichtungen	28
7.1 Lasereinrichtungen für medizinische Zwecke	28
7.2 Andere Teile der Normenreihe IEC 60825	28
8 Klassifizierung	28
8.1 Einführung	28
8.2 Beschreibung der Laserklassen	28
8.3 Zuständigkeit für die Klassifizierung	29
8.4 Klassifizierungsregeln	29
9 Messungen für die Klassifizierung	32
9.1 Prüfungen	32
9.2 Messung der Laserstrahlung	33
9.3 Messgeometrie	34
Hauptabschnitt drei – Richtlinien für den Benutzer	42
10 Sicherheitsvorkehrungen	42
10.1 Allgemeines	42
10.2 Verwendung von Fernverriegelungssteckern	42
10.3 Schlüsselschalter	42
10.4 Strahlfänger oder -abschwächer	42
10.5 Laser-Warnschilder	43
10.6 Strahlwege	43
10.7 Spiegelnde Reflexion	43
10.8 Augenschutz	43
10.9 Schutzkleidung	44
10.10 Ausbildung	45
10.11 Medizinische Überwachung	45
11 Gefahren, die mit dem Betrieb von Lasern verbunden sein können	45
11.1 Luftverschmutzung	45
11.2 Gefahren durch Begleitstrahlung	46
11.3 Elektrische Gefahren	46
11.4 Kühlmittel	46
11.5 Materialbearbeitung	46
11.6 Andere Gefahrenquellen	46
12 Vorgehensweise zur Abwendung von Gefahren	46
12.1 Allgemeines	46
12.2 Gefahrenabschätzung bei Lasern, die im Freien benutzt werden	47
12.3 Persönliche Schutzmaßnahmen	47
12.4 Lasereinrichtungen für Vorführzwecke, Anzeigezwecke und Ausstellungen	47
12.5 Lasereinrichtungen in Laboratorien und an Arbeitsstätten	48
12.6 Lasereinrichtungen auf Baustellen und zur Benutzung im Freien	49

	Seite
13	Maximal zulässige Bestrahlung.....50
13.1	Allgemeine Bemerkungen 50
13.2	Messblenden 51
13.3	Wiederholt gepulste oder modulierte Laser 51
13.4	Messbedingungen 52
13.5	Laser als ausgedehnte Quellen 53
Anhang A (informativ)	Berechnungsbeispiele 67
A.1	Maximal zulässige Bestrahlung (MZB) – Einführung 68
A.2	Maximal zulässige Bestrahlung (MZB) – Einzelne und vielfache kleine Quellen 69
A.3	Maximal zulässige Bestrahlung (MZB) – Diffuse Reflexionen und ausgedehnte Quellen.....75
Anhang B (informativ)	Biophysikalische Betrachtungen 95
B.1	Anatomie des Auges. 95
B.2	Die Wirkungen von Laserstrahlung auf biologisches Gewebe 95
B.2.1	Gefährdungen des Auges 97
B.2.2	Gefährdung der Haut 102
B.3	MZB und Mittelung der Bestrahlungsstärke 103
B.4	Literaturverzeichnis 104
Anhang C (informativ)	Literaturhinweise 105
Anhang D (informativ)	Zusammenfassende Tabellen.....106
Anhang E (informativ)	Betrachtungen für Laser großer Leistung, speziell für die Materialbearbeitung durch Laser 109
E.1	Allgemeine Betrachtungen 109
E.2	Vagabundierende Laserstrahlung 109
E.3	Konstruktion von Schutzgehäusen.....110
E.3.2	Passive Absperrungen 110
E.3.3	Aktive Absperrungen 110
E.4	Strahlfänger 111
E.5	Andere Bedingungen 111
Anhang F (informativ)	Zitierte IEC-Normen.....112
Anhang G (informativ)	Von LED-Herstellern beizustellende Informationen.....113
G.1	Notwendige Mindestangaben für Komponenten, die für inhärenten Klasse-1-Betrieb gedacht sind 113
G.2	Wichtige Angaben für den Fall, dass die Komponente nicht inhärent Klasse 1 ist (parametrisch) 113
G.3	Wichtige Angaben für den Fall, dass die Komponente nicht inhärent Klasse 1 ist (grafisch oder tabellarisch) 113
G.4	Zusätzliche Angaben zur Unterstützung der Sicherheitsbeurteilung 113
G.5	Literaturhinweise 114
Anhang H zu IEC 60825-1 (informativ)	Übersicht über die zugehörigen Teile der IEC 60825.....115
Anhang ZA (normativ)	Andere in dieser Norm zitierte internationale Publikationen mit den Verweisungen auf die entsprechenden europäischen Publikationen 116

Hauptabschnitt eins – Allgemeines

1 Anwendungsbereich und Zweck

1.1 Anwendungsbereich

IEC 60825-1 ist für die Sicherheit von Lasereinrichtungen anzuwenden. Zur Erleichterung wurde diese Norm in drei getrennte Hauptabschnitte gegliedert: Hauptabschnitt eins (Allgemeines) und die Anhänge; Hauptabschnitt zwei (Anforderungen an die Herstellung) und Hauptabschnitt drei (Richtlinien für den Benutzer)^{*)}.

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 und in der Medizin benutzt. Lasereinrichtungen, die an andere Hersteller als Komponenten für beliebige Systeme zum Weiterverkauf geliefert werden, sind nicht Gegenstand dieser Norm, weil das Endprodukt selbst Gegenstand dieser Norm sein wird.

² In diesem gesamten Teil 1 sind jeweils Licht emittierende Dioden (LED) eingeschlossen, wenn das Wort „Laser“ verwendet wird. Siehe auch [Anhang G](#), der Informationen beschreibt, die von den Herstellern von LED geliefert werden sollten.

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 und
- die Lasereinrichtungen keine gekapselten Laser oder gekapselten LED enthalten.

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

Dieser Teil 1 beschreibt die Mindestanforderungen.

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 in gefährlicher Atmosphäre), gilt dieser Teil 1 für die Sicherheit des Lasers zusätzlich zu den Geräte-Sicherheitsnormen. Wenn das Lasersystem jedoch aus der Einrichtung ausgebaut betrieben werden kann, gelten die Anforderungen dieses Teils 1 für diesen ausbaubaren Teil.

Wenn es keine Geräte-Sicherheitsnorm für ein Gerät gibt, ist [IEC 61010-1](#) anzuwenden.

Die MZB-Werte (maximal zulässige Bestrahlung) dieses Teils 1 wurden für Laserstrahlung festgelegt und gelten nicht für Begleitstrahlung.

Falls Bedenken bestehen, dass die Begleitstrahlung gefährlich sein könnte, dürfen die MZB-Werte für Laser angewendet werden, um Risiken sicher abschätzen zu können.

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

^{*)} In einigen Ländern bestehen vom Hauptabschnitt drei dieses Teils 1 abweichende Anforderungen. Daher sollte bezüglich dieser Anforderungen Verbindung mit den zuständigen nationalen Stellen aufgenommen werden.

ANMERKUNG Die [Anhänge A bis D](#) sind zur allgemeinen Anleitung und Erläuterung zahlreicher typischer Fälle aufgenommen worden. Die Anhänge dürfen nicht als endgültig oder vollständig betrachtet werden, und es sollte stets auf die entsprechenden Abschnitte in den [Hauptabschnitten 1 bis 3](#) Bezug genommen werden.

1.2 Zweck

1.2.1 Der Schutz von Personen vor Laserstrahlung im Wellenlängenbereich von 180 nm bis 1 mm^{*)} durch Angabe sicherer Arbeitsgrenzwerte für Laserstrahlung und durch Einführung eines auf den Grad der Gefährdung bezogenen Klassifizierungsschemas für Lasereinrichtungen.

1.2.2 Anforderungen an Benutzer und Hersteller festzuschreiben, Vorgehensweisen festzulegen und Angaben zu liefern, damit angemessene Vorsichtsmaßnahmen ergriffen werden können.

1.2.3 Sicherstellen angemessener Warnung von Personen durch Zeichen, Aufschriften und Anweisungen über die Gefährdungen, die mit der zugänglichen Strahlung von Lasereinrichtungen verbunden sind.

1.2.4 Die Herabsetzung der Verletzungsmöglichkeiten durch Verringerung von unnötiger zugänglicher Strahlung und durch verbesserte Kontrolle der Laserstrahlung, durch Schutzvorrichtungen und Vorsorge für sichere Benutzung durch Angabe von Kontrollmaßnahmen für den Benutzer.

1.2.5 Schutz von Personen gegen andere Gefährdungen, die von Betrieb und Anwendung des Lasergerätes ausgehen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Normen enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil dieses Teils der IEC 60825 sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm gelten die angegebenen Ausgaben. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung, und Anwender dieser Norm werden gebeten, die jeweils neueste Ausgabe der im Folgenden genannten Normen anzuwenden. Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gültigen Internationalen Normen.

IEC 60027-1:1992, *Letter symbols to be used in electrical technology – Part 1: General.*

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

IEC 60601-2-22:1992, *Medical electrical equipment – Part 2: Particular requirements for the safety of diagnostic and therapeutic laser equipment.*

IEC 60825-2:1993, *Safety of laser products – Part 2: Safety of optical fibre communication systems.*

IEC 61010-1: 1990, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use – Part 1: General requirements.*

IEC 61010-1/A1:1992, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use – Part 1: General requirements.*

IEC 61040: 1990, *Power and energy measuring detectors, instruments and equipment for laser radiation.*

ISO 1000: 1992, *SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units.*

^{*)} In diesem Teil 1 bedeutet ein Wellenlängenbereich von λ_1 bis λ_2 den Bereich $\lambda_1 \leq \lambda < \lambda_2$ (z. B. 180 nm bis 1 mm bedeutet $180 \text{ nm} \leq \lambda < 1 \text{ mm}$).

3 Begriffe^{**)}

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Abdeckung

Teil des Schutzgehäuses oder einer Umschließung, der den Zugang zu Laserstrahlung ermöglicht, wenn er abgenommen oder verschoben wird.

3.2

Grenzwerte der zugänglichen Strahlung (GZS)

Der Maximalwert zugänglicher Strahlung, der innerhalb einer bestimmten Klasse zugelassen ist (engl.: AEL – Accessible emission limit).

3.3

Organisatorische Sicherheitsmaßnahmen

Sicherheitsmaßnahmen nicht konstruktiver Art, wie z. B. Schlüsselberechtigung, Sicherheitsschulung des Personals, Warnhinweise, Betriebsvorbereitungsabläufe (count down) und bereichsbezogene Sicherheitskontrollen.

3.4

Vermessungslaser

Lasereinrichtung, die zu einem der folgenden Zwecke konstruiert, hergestellt, vorgesehen oder in diesem Sinne vorgeschlagen wird:

- Bestimmen oder Zeichnen der Form, der Ausdehnung oder Lage eines Punktes, eines Körpers oder einer Fläche durch Winkelmessungen,
- Positionieren oder Justieren von Teilen in richtige Beziehung zueinander,
- Festlegen einer Ebene, eines Niveaus, einer Höhe oder einer geraden Linie.

3.5

Alpha min. ($\alpha_{\min}$)

~ Siehe Winkelausdehnung (3.7).

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 Bild 16) eingestellt werden. Der Empfangswinkel wird manchmal auch Gesichtsfeld genannt.

Symbol: γ

~ ANMERKUNG **Empfangswinkel zur Ermittlung photochemischer Gefährdungen:** Für die Ermittlung der photochemischen Gefährdung wird ein Grenzempfangswinkel γ_p zur Messung festgelegt. Der Winkel γ_p hängt biologisch mit den Augenbewegungen zusammen und hängt nicht von der Winkelausdehnung der Quelle ab. Ist die Winkelausdehnung der Quelle kleiner als der Grenzempfangswinkel, braucht der tatsächliche Empfangswinkel nicht beschränkt zu werden. Ist die Winkelausdehnung der Quelle größer als der Grenzempfangswinkel, dann muss der Empfangswinkel beschränkt werden und die Quelle muss nach Stellen mit erhöhter lokaler Strahldichte abgesucht werden. Wird der Empfangswinkel zur Messung nicht auf ein bestimmtes Maß beschränkt, dann kann die Gefährdung überschätzt werden.

Symbol: γ_p

^{**)} Angeordnet in der alphabetischen Reihenfolge der englischen Begriffe. Abweichungen von IEC-Publikation 60050-845 sind beabsichtigt und angegeben. Es wird die Nummer der Definition im Kapitel 845 der IEC 60050 als Bezug angegeben.

3.7

Winkelausdehnung (α)

Der Winkel unter dem die scheinbare Quelle von einem Raumpunkt aus erscheint. In dieser Norm wird die Winkelausdehnung für Klassifizierungszwecke von einem Punkt in 100 mm Abstand von der scheinbaren Quelle aus bestimmt (oder am Austrittsfenster oder der Linse der Einrichtung, falls die scheinbare Quelle in einem Abstand größer als 100 mm innerhalb des Fensters oder der Linse liegt). (Siehe auch 3.53 und 3.57.)

Für eine Analyse der maximal zulässigen Bestrahlung ist die Winkelausdehnung durch den Beobachtungsabstand von der scheinbaren Quelle bestimmt, aber durch keinen geringeren Abstand als 100 mm. Dieses Konzept wird im Abschnitt A.3 von Anhang A diskutiert.

ANMERKUNG 1 Die Winkelausdehnung einer scheinbaren Quelle ist in diesem Teil 1 nur im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 1 400 nm, dem Bereich für die Gefährdung des Auges, anwendbar.

ANMERKUNG 2 Die Winkelausdehnung der Quelle sollte nicht mit der Divergenz des Strahls verwechselt werden.

3.8

Austrittsöffnung, Messblende

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

Eine Messblende ist eine Öffnung, die dazu dient, die Fläche zu definieren, über die die Strahlung gemessen wird.

3.9

Scheinbare Quelle

Das wirkliche oder scheinbare Objekt, das das kleinstmögliche Bild auf der Netzhaut erzeugt.

ANMERKUNG Die Definition der scheinbaren Quelle wird verwendet, um den scheinbaren Ursprung der Laserstrahlung im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 1 400 nm zu bestimmen, unter der Annahme, dass sich die scheinbare Quelle im Akkomodationsbereich des Auges (≥ 100 mm) befindet. Im Grenzfall verschwindender Divergenz, d. h. im Fall des ideal kollimierten Strahls, liegt die scheinbare Quelle im Unendlichen.

Die Definition der scheinbaren Quelle wird im erweiterten Wellenlängenbereich von 302,5 nm bis 4 000 nm verwendet, da eine Bündelung durch übliche Linsen in diesem Bereich möglich sein könnte.

3.10

Strahl

Laserstrahlung, die durch Richtung, Divergenz, Durchmesser oder Ablenkeigenschaften charakterisiert werden kann. Gestreute Strahlung von einer nicht spiegelnden Reflexion wird nicht als Strahl angesehen.

3.11

Strahlabschwächer

Gerät, das die Laserstrahlung auf oder unter einen festgelegten Wert abschwächt.

3.12

Strahldurchmesser (Strahlbreite)

Der Strahldurchmesser d_u an einem Punkt im Raum ist der Durchmesser des kleinsten Kreises, der u % der gesamten Strahlungsleistung (oder Energie) umfasst. In dieser Norm wird d_{63} benutzt.

ANMERKUNG Für ein Gaußsches Strahlbündel entspricht d_{63} den Punkten, an denen die Bestrahlungsstärke auf $1/e$ des Maximalwertes in der Mitte fällt.

3.13

Strahldivergenz

Die Strahldivergenz ist der ebene Winkel im Fernfeld, der durch den Kegel des Strahldurchmessers festgelegt ist. Wenn die Strahldurchmesser (siehe 3.12) an zwei im Abstand r voneinander liegenden Punkten d_{63} und d'_{63} betragen, ist die Divergenz:

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

SI-Einheit: rad

3.14

Strahlaufweiter

Kombination optischer Elemente, die den Durchmesser eines Laserstrahlenbündels vergrößert.

3.15

Komponente im Strahlengang

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

3.16

Strahlfänger

Gerät, das den Strahlengang am Ende abschließt.

3.17

Lasereinrichtung der Klasse 1

Jede Lasereinrichtung, deren zugängliche Strahlung die Grenzwerte (GZS) der Klasse 1 für die zutreffenden Wellenlängen und Emissionsdauern nicht überschreitet (siehe 8.2 und 8.4 e)).

3.18

Lasereinrichtung der Klasse 1M

Jede Lasereinrichtung im Wellenlängenbereich zwischen 302,5 nm und 4 000 nm, deren zugängliche Strahlung die Grenzwerte (GZS) der Klasse 1 für die zutreffenden Wellenlängen und Emissionsdauern nicht überschreitet (siehe 8.4 e)). Dabei wird die Höhe der Strahlung nach 9.2 g) gemessen, wobei jedoch die Messblenden kleiner sind oder der Abstand von der scheinbaren Quelle größer ist als für Lasereinrichtungen der Klasse 1. Daher kann die Ausgangsstrahlung von Einrichtungen der Klasse 1M möglicherweise gefährlich sein, wenn sie mit einem optischen Instrument betrachtet wird (siehe 8.2).

3.19

Lasereinrichtung der Klasse 2

Jede Lasereinrichtung, deren zugängliche Strahlung die Grenzwerte (GZS) der Klasse 2 für die zutreffenden Wellenlängen und Emissionsdauern nicht überschreitet (siehe 8.2 und 8.4 e)).

3.20

Lasereinrichtung der Klasse 2M

Jede Lasereinrichtung im Wellenlängenbereich zwischen 400 nm und 700 nm, deren zugängliche Strahlung die Grenzwerte (GZS) der Klasse 2 für die zutreffenden Wellenlängen und Emissionsdauern nicht überschreitet (siehe 8.4 e)). Dabei wird die Höhe der Strahlung nach 9.2 h) gemessen, wobei jedoch die Messblenden kleiner sind oder der Abstand von der scheinbaren Quelle größer ist als für Lasereinrichtungen der Klasse 2. Daher kann die Ausgangsstrahlung von Einrichtungen der Klasse 2M möglicherweise gefährlich sein, wenn sie mit einem optischen Instrument betrachtet wird.

3.21

Lasereinrichtungen der Klasse 3R und der Klasse 3B

Jede Lasereinrichtung, deren zugängliche Strahlung die Grenzwerte (GZS) der Klasse 1 bzw. Klasse 2 übersteigt, aber deren zugängliche Strahlung die Grenzwerte (GZS) der Klasse 3R bzw. Klasse 3B für beliebige Emissionsdauern und Wellenlängen nicht überschreitet (siehe 8.2).

3.22

Lasereinrichtung der Klasse 4

Jede Lasereinrichtung, deren zugängliche Strahlung die Grenzwerte (GZS) der Klasse 3B übersteigt (siehe 8.2).

3.23

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 Betrieb eines Lasers ausgeht.

3.24

Gebündelter Strahl

Ein „paralleles“ Strahlenbündel mit sehr geringer Winkeldivergenz oder -konvergenz.

3.25

Dauerstrich (engl.: continuous wave – CW)

Die Ausgangsstrahlung eines Lasers, der fortlaufend, d. h. nicht gepulst, betrieben wird. In dieser Norm wird ein Laser, der über einen längeren Zeitraum als 0,25 s andauernd strahlt, als Dauerstrich-Laser betrachtet.

3.26

Definierter Strahlengang

Beabsichtigter Strahlenweg für den Laserstrahl innerhalb der Lasereinrichtung.

3.27

Lasereinrichtungen für Vorführzwecke

Jede Lasereinrichtung, die zum Zwecke der Vorführung, Unterhaltung, Werbung, Anzeige oder der künstlerischen Darstellung hergestellt, konstruiert oder vorgesehen ist, oder die für diesen Zweck vorgeschlagen 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.

3.28

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.

ANMERKUNG Diese Definition ist abweichend von IEC 845-04-47.

3.29

Gekapselte Lasereinrichtung

Im Sinne dieses Teils 1 eine Lasereinrichtung, die aufgrund 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.

3.30

Emissionsdauer

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

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

3.31

Vagabundierende Laserstrahlung

Laserstrahlung, die vom definierten Strahlengang abweicht. Zu dieser Art Strahlung gehören unerwünschte Sekundärreflexionen von Komponenten im Strahlengang, durch falsch justierte oder beschädigte Komponenten abgelenkte Strahlung und Reflexionen vom Werkstück.

3.32**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.

3.33**Blick in eine ausgedehnte Quelle**

Die 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.

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

- ~ Bei der Betrachtung der Gefahren einer thermischen Netzhautverletzung werden in dieser Norm zwei Bedingungen für ausgedehnte Quellen berücksichtigt: mittelgroße Quellen und große Quellen, die zur Unterscheidung von Quellen mit Winkelausdehnungen α zwischen $\alpha_{\min}$ und $\alpha_{\max}$ (mittelgroße Quellen) und größer als $\alpha_{\max}$ (große Quellen) verwendet werden (siehe auch 3.79).

3.34**Ausfallsicher**

Die Konstruktionsmaßnahme, bei der das Versagen eines Bauteils die Gefährdung nicht erhöht. Im gestörten Betrieb muss die Einrichtung abgeschaltet werden oder ungefährlich bleiben.

3.35**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.

3.36**Zugänglichkeit:**

- ~ a) Möglichkeit, einen Körperteil einer gefährlichen Laserstrahlung, die von einer Blende ausgeht, auszusetzen, oder die Möglichkeit für einen geraden Prüfkörper mit 12 mm Durchmesser und bis 80 mm Länge, Laserstrahlung der Klasse 2, 2M oder 3R zu empfangen, oder
- b) für Laserstrahlung in einem Gehäuse mit höheren Werten als in a) die Möglichkeit, für einen Teil des Körpers der Gefahr einer gefährlichen Strahlung aus dem Inneren des Gehäuses durch Öffnungen im Schutzgehäuse ausgesetzt zu sein, die an einer eingeführten glatten Oberfläche reflektiert wird.

3.37**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 $\text{J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$).

3.38**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.

3.39

Bestrahlungsstärke

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

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

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

3.40

Laser

Jedes Gerät, 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.

ANMERKUNG Diese Definition ist abweichend von IEC 845-04-39.

3.41

Laser-Überwachungsbereich

Bereich, in dem der Aufenthalt und die Tätigkeit von Personen zum Zwecke des Schutzes vor Laserstrahlungsgefährdung überwacht und kontrolliert wird.

3.42

Laser-Energieversorgung

Jedes Gerät, 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 dürfen nicht als Laser-Energieversorgung angesehen werden.

3.43

Laser-Gefahrenbereich

Siehe Laserbereich (NOHA) (3.59).

3.44

Laser-Lichtwellenleiter-Übertragungssystem

System, das aus einer oder mehreren Laserquellen und einem zugehörigen optischen Faserkabel besteht.

3.45

Lasereinrichtung

Jede Einrichtung oder jede Zusammenstellung von Bauteilen, die einen Laser oder ein Lasersystem darstellen, enthalten oder später enthalten sollen und die nicht an einen anderen Hersteller zur Nutzung als Bauteil (oder als Ersatz eines solchen Bauteils) einer Einrichtung verkauft werden.

3.46

Laserstrahlung

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

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**Nivellier-Laser**

Siehe Vermessungslaser (3.4).

3.50**Licht emittierende Diode (LED)**

Halbleiter-Bauteil mit einem pn-Übergang, das entworfen wurde, um elektromagnetische Strahlung im Wellenlängenbereich von 180 nm bis 1 mm durch strahlende Rekombination in einem Halbleiter zu erzeugen. (Die Strahlung wird hauptsächlich durch den Prozess der spontanen Emission erzeugt, obwohl auch stimulierte Emission daran beteiligt sein kann.)

3.51**Messblende**

Die kreisförmige Fläche, über die Bestrahlungsstärke und Bestrahlung gemittelt werden müssen.

3.52**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. Betrieb oder Service sind darin nicht enthalten.

3.53**Größter Grenzwinkel ($\alpha_{\max}$)**

Wert der Winkelausdehnung der scheinbaren Quelle, von dem ab die MZB-Werte und die Grenzwerte der zugänglichen Strahlung (GZS) unabhängig von der Größe der Strahlenquelle werden.

3.54**Maximale Ausgangsstrahlung**

Die maximale Strahlungsleistung bzw. die maximale Strahlungsenergie pro 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.

3.55**Maximal zulässige Bestrahlung (MZB) (engl.: Maximum permissible exposure – MPE)**

Der Grenzwert von Laserstrahlung, dem Personen unter normalen Umständen ausgesetzt werden dürfen, 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 im sichtbaren und im nahen Infrarot-Bereich bei Strahlung von 400 nm bis 1 400 nm verknüpft mit: der Wellenlänge der Strahlung, der Impulsdauer oder der Einwirkungsdauer, der Art der exponierten Organe und der Größe des Bildes auf der Netzhaut. Die MZB-Werte sind in [Abschnitt 13](#) (entsprechend dem derzeitigen Kenntnisstand) angegeben. [Anhang A](#) gibt Beispiele für die Berechnung von MZB-Werten.

3.56**Lasereinrichtungen für medizinische Zwecke**

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

3.57**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 Grenzwerte der zugänglichen Strahlung (GZS) sind unabhängig von der Größe der Strahlenquelle für Winkelausdehnungen, die kleiner als $\alpha_{\min}$ sind.

3.58**Modenkopplung**

Mechanismus oder Erscheinung innerhalb eines Laserresonators, der zur Erzeugung einer Folge sehr kurzer 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.

3.59

Laserbereich (engl.: Nominal Ocular Hazard Area – NOHA)

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.

3.60

Sicherheitsabstand (engl.: Nominal Ocular Hazard Distance – NOHD)

Entfernung, bei 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“ gesprochen.

3.61

Normalbetrieb

Betrieb einer Lasereinrichtung im gesamten vorgesehenen Funktionsbereich. Wartung und Service sind darin nicht enthalten.

3.62

Grenzwert für photochemische Gefährdung

Entweder ein MZB-Wert oder ein GZS, der hergeleitet wurde, um den Menschen vor den schädlichen photochemischen Wirkungen zu schützen (z. B. Photoretinits – ein photochemischer Netzhautschaden auf Grund von Bestrahlung im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 600 nm).

3.63

Schutzabdeckung

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.

3.64

Schutzgehäuse

Jene Teile einer Lasereinrichtung (einschließlich Einrichtungen mit gekapselten Lasern), die dafür vorgesehen sind, zugängliche Strahlung zu verhindern, die die vorgeschriebenen Grenzwerte (GZS) übersteigt (gewöhnlich vom Hersteller angebracht).

3.65

Impulsdauer

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

3.66

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.

3.67**Strahldichte**

Physikalische 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 Bündel, 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;

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

Symbol: L

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

ANMERKUNG Diese Definition ist eine vereinfachte Abwandlung der Definition IEC 845-01-34, die für Zwecke dieser Norm ausreichend ist. In Zweifelsfällen gilt die IEC-Definition.

3.68**Strahlungsenergie**

Zeitintegral der Strahlungsleistung über eine bestimmte Zeitdauer Δt (IEC 845-01-27):

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

SI-Einheit: Joule (J)

3.69**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.

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

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

3.70**Strahlungsleistung**

In Form von Strahlung ausgesandte, durchgelassene oder empfangene Leistung (IEC 845-01-24).

Symbol: Φ, P $\Phi = \frac{dQ}{dt}$

SI-Einheit: Watt (W)

3.71**Reflexionsgrad**

Verhältnis der zurückgeworfenen Strahlungsleistung zur auffallenden Strahlungsleistung unter gegebenen Bedingungen (IEC 845-04-58).

Symbol: ρ

SI-Einheit: 1

3.72

Steckverbinder für fernbediente Sicherheitsverriegelung

Steckverbinder, der es ermöglicht, externe Steuerelemente anzuschließen, die von anderen Bauteilen der Lasereinrichtung getrennt aufgestellt sind (siehe 4.4).

3.73

Sicherheitsverriegelung

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

3.74

Richtungsveränderliche Laserstrahlung

Laserstrahlung, die bezüglich eines festen Bezugssystems eine mit der Zeit variierende Richtung, einen zeitlich veränderlichen Ursprungsort oder zeitlich veränderliche Ausbreitungsparameter hat.

3.75

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 Betrieb der Einrichtung sind darin nicht eingeschlossen.

3.76

Service-Verbindung

Zugangsstelle in einem Laser-Lichtwellenleiter-Übertragungssystem, die für den Service vorgesehen ist und zu deren Trennung ein Werkzeug benötigt wird.

3.77

Service-Abdeckung

Abdeckplatte, die beim Service entfernt oder verschoben wird.

3.78

Einfehler-Bedingung

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

3.79

Kleine Quelle

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

3.80

Spiegelnde Reflexion

Reflexion an einer Fläche, bei der die Korrelation zwischen den einfallenden und reflektierten Strahlenbündeln aufrechterhalten wird, wie bei der Reflexion an einem Spiegel.

3.81

Positionierlaser

Siehe Vermessungslaser (3.4).

3.82

Grenzwert für thermische Gefährdung

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

3.83

Zeitbasis

Die Emissionsdauer, die für die Klassifizierung zu betrachten ist (siehe 8.4 e)).

3.84**Werkzeug**

Bezeichnet einen Schraubendreher, eine Münze oder einen anderen Gegenstand, der benutzt werden kann, um eine Schraube oder ähnliche Befestigungsmittel zu betätigen.

3.85**Transmissionsgrad**

Verhältnis der durchgelassenen Strahlungsleistung zur auffallenden Strahlungsleistung unter gegebenen Bedingungen (IEV 845-04-59).

Symbol: τ

SI-Einheit: 1

3.86**Optische Dichte bei Transmission**

Briggscher Logarithmus des reziproken Wertes des Transmissionsgrades (IEV 845-04-66).

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

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 Laser bearbeitet werden soll.

Hauptabschnitt zwei – Anforderungen für die Herstellung

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 4.10 niedergelegt. Der Hersteller hat sicherzustellen, dass diejenigen Personen, die für die Klassifizierung der Lasereinrichtungen und -Systeme verantwortlich sind, die Kenntnisse besitzen, die für das Verständnis der Zusammenhänge des Klassifizierungs-Schemas notwendig sind.

4.1.1 Modifizierung

Für den Fall, dass die Modifizierung einer im Rahmen dieser Norm bereits klassifizierten Lasereinrichtung in irgendeiner Hinsicht die Daten oder die vorgesehene Funktionsweise der Einrichtung berührt, so ist diejenige Person bzw. Organisation, die eine solche Änderung vornimmt, dafür verantwortlich, dass die erneute Klassifizierung und die neue Beschilderung 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 Grenzwerten der Klasse 1 verhindert, es sei

denn, der Zugang ist notwendig, um die beabsichtigte(n) Funktion(en) der Einrichtung auszuführen. (Siehe [Anhang E](#) als Richtlinie für diese Anforderung für Laser großer Leistung.)

4.2.2 Service

Jeder Teil des Gehäuses oder der Abdeckung einer Lasereinrichtung (einschließlich gekapselter Lasereinrichtung), der zum Zwecke des Service abgenommen oder in seiner Lage verändert werden kann und der einen Zugang zu Laserstrahlung, die die zugeordneten Grenzwerte (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 eine gekapselte Lasereinrichtung oder ein Lasersystem aus ihrem/seinem Schutzgehäuse oder der Schutzabdeckung herausgenommen und ohne Modifizierung betrieben werden kann, dann muss der Laser den Anforderungen für die Herstellung nach den [Abschnitten 4](#) und [5](#), die für seine Klasse gelten, genügen. Ausgenommen davon sind Lasereinrichtungen, die an andere Hersteller als Bauteile für beliebige Systeme zum Weiterverkauf geliefert werden, die nicht Gegenstand dieser Norm sind, weil das Endprodukt selbst Gegenstand dieser Norm sein wird.

4.3 Abdeckplatten von Schutzgehäusen und Sicherheitsverriegelungen

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

- a) das Entfernen oder Verschieben der Abdeckplatte ist während der Wartung oder des Betriebs vorgesehen, und
- b) das Entfernen der Abdeckplatte gibt Zugang zu Laserstrahlung, deren Höhe in der folgenden Tabelle durch „X“ bezeichnet ist.

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

Klasse der Einrichtung	Zugängliche Strahlung, während die Abdeckplatte entfernt ist				
	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 Abdeckplatte darf durch die Öffnung keine Strahlung oberhalb der Grenzwerte (GZS) der Klasse 1M oder der Klasse 2M, je nachdem, was entsprechend der Wellenlänge zutrifft, austreten.

Die Sicherheitsverriegelung muss so konstruiert sein, dass die Abdeckplatte nicht entfernt werden kann, solange die Strahlungswerte nicht niedriger liegen als die GZS der zugeordneten Klasse, aber auf jeden Fall unter den in 4.3.1 b) festgelegten Grenzwerten. Unbeabsichtigtes Zurücksetzen der Sicherheitsverriegelung darf nicht allein die Strahlung über die GZS der zugeordneten Klasse oder der nach 4.3.1 b) festgelegten Werte steigen lassen.

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 Abdeckplatte in ihre normale Stellung zurückgebracht ist. Die Sicherheitsverriegelung muss klar mit einem Schild 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. die Kondensatorbänke nicht vollkommen entladen sind, unabhängig davon, ob die Abdeckplatte entfernt oder verschoben ist oder nicht. Sichtbare Warnungen müssen durch Augenschutzmittel,

die zweckentsprechend konstruiert und für die Wellenlänge(n) der zugänglichen Laser-Strahlung 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 Grenzwerte (GZS) der Klasse 1M oder der Klasse 2M, je nachdem, was zutrifft, nicht überschreiten.

4.5 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. In dieser Norm schließt der Begriff „Schlüssel“ jede andere Steuer- und Bedieneinrichtung wie Magnetkarten, Ziffernkombinationen usw. ein.

4.6 Emissions-Warneinrichtung

- ~ **4.6.1** 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 eine hörbare oder sichtbare Warnung abgeben, wenn es eingeschaltet oder wenn die Kondensatorbänke gepulster Laser geladen werden oder nicht sicher entladen wurden. 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 Strahlungsgrenzwerten (GZS) für Klasse 1M und Klasse 2M aussetzen zu müssen.

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

4.6.3 Wenn die Laser-Strahlung an mehr als einer Austrittsöffnung auftreten kann, dann muss eine sichtbare Warneinrichtung deutlich anzeigen, an welcher oder welchen Austrittsöffnungen die Laserstrahlung nach 4.6.1 auftreten kann.

4.7 Strahlfänger oder -abschwächer

- ~ Jedes Lasersystem der Klasse 3R und der Klasse 4 muss eine oder mehrere dauernd angebrachte Vorrichtungen für die Strahlabschwächung enthalten (Strahlfänger oder -abschwächer, unabhängig von dem Schalter für die Laserenergieversorgung, dem Netzanschluss oder dem Schlüsselschalter). Der Strahlfänger oder -abschwächer muss in der Lage sein, den Zugang von Personen zu Laserstrahlung über den Strahlungsgrenzwerten für die Klasse 1M oder Klasse 2M, je nachdem, was zutrifft, zu verhindern.

4.8 Steuer- und Bedieneinrichtungen

- ~ Die Steuer- und Bedienelemente einer jeden Lasereinrichtung müssen so angebracht sein, dass Tätigkeiten des Einstellens und des Betriebens durchgeführt werden können, ohne sich Laserstrahlung der Klasse 3R, der Klasse 3B oder der Klasse 4 auszusetzen.

4.9 Beobachtungsoptiken

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

- ~ a) zugängliche Strahlung über den Grenzwerten (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 Grenzwerten (GZS) für Klasse 1M möglich ist.

4.10 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 Grenzwerten (GZS) der zugeordneten Klasse zulassen.

4.11 Justierhilfen

Wenn die übliche Wartung die Justierung von Komponenten im Strahlengang erfordert, dann muss ein sicheres Hilfsmittel dafür vorhanden sein.

4.12 Zugang durch Hineingehen

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

- ~ a) dafür gesorgt werden, dass jede Person im Schutzgehäuse die Entstehung einer Lasergefährdung entsprechend der Klasse 3B oder der Klasse 4 verhindern kann.
- ~ b) eine Emissions-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 der Klasse 3B oder der Klasse 4 angemessen gewarnt wird.

4.13 Umgebungsbedingungen

Die Lasereinrichtung muss die Sicherheitsanforderungen dieser Norm unter allen zu erwartenden Betriebsbedingungen 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 zutreffenden Unterabschnitte der **IEC 61010-1** anzuwenden.

ANMERKUNG Anforderungen bezüglich EMV sind in Vorbereitung.

4.14 Schutz gegen andere Gefährdungen

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

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

Falls in der Geräte-Sicherheitsnorm dazu keine Aussagen getroffen sind, sind die zutreffenden 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 vorsichtige Abschätzung dieses Risikos verwendet werden.

5 Beschilderung

5.1 Allgemeines

Jede Lasereinrichtung muss Schilder tragen, die entsprechend den Anforderungen der folgenden Abschnitte beschriftet sind. Die Schilder müssen ihrem Zweck entsprechend dauerhaft angebracht, lesbar und während des Betriebes und der Service- und Wartungsarbeiten deutlich sichtbar sein. Die Schilder müssen so angebracht sein, dass man sie lesen kann, ohne dass es notwendig ist, sich Laserstrahlung über dem Strahlungsgrenzwert (GZS) für 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.

Sollte wegen Größe und Aufbau der Einrichtung eine Beschilderung praktisch nicht möglich sein, dann soll das Schild den Benutzerunterlagen beigelegt oder an der Verpackung angebracht werden.

5.2 Klasse 1

Abgesehen von der Möglichkeit nach 1.1, muss jede Lasereinrichtung der Klasse 1 mit einem Hinweisschild (Bild 15) versehen sein, mit der Aufschrift:

LASER KLASSE 1

Jede Lasereinrichtung der Klasse 1M muss mit einem Hinweisschild (Bild 15) versehen sein, mit der Aufschrift:

LASERSTRAHLUNG
NICHT DIREKT MIT OPTISCHEN INSTRUMENTEN BETRACHTEN
LASER KLASSE 1M

Die Art des optischen Instrumentes, das zu einer Erhöhung der Gefährdung führen könnte, kann in Klammern hinter dem Wort „Instrumenten“ eingefügt werden. Insbesondere könnte der hinzugefügte Wortlaut für eine Lasereinrichtung mit einem kollimierten Strahl großen Durchmessers, die Klasse 1M zugeordnet wurde, da sie Bedingung 1 von Tabelle 10 nicht erfüllt, „(Ferngläser)“ lauten; sie könnte „(Lupen, Mikroskope)“ lauten für eine Lasereinrichtung, die Klasse 1M zugeordnet wurde, da sie Bedingung 2 von Tabelle 10 (stark divergenter Strahl) nicht erfüllt.

Anstelle der obigen Hinweisschilder dürfen dieselben Aussagen auch, nach Wahl des Herstellers, in die Bedienungsanleitung aufgenommen werden.

5.3 Klasse 2

An jeder Lasereinrichtung der Klasse 2 müssen ein Laser-Warnschild (siehe Bild 14) und ein Hinweisschild (siehe Bild 15) angebracht sein mit der Aufschrift

LASERSTRAHLUNG
NICHT IN DEN STRAHL BLICKEN
LASER KLASSE 2

Jede Lasereinrichtung der Klasse 2M muss mit einem Laser-Warnschild (Bild 14) und einem Hinweisschild (Bild 15) versehen sein, mit der Aufschrift:

LASERSTRAHLUNG
NICHT IN DEN STRAHL BLICKEN ODER
DIREKT MIT OPTISCHEN INSTRUMENTEN BETRACHTEN
LASER KLASSE 2M

Die Art des optischen Instrumentes, das zu einer Erhöhung der Gefährdung führen könnte, kann in Klammern hinter dem Wort „Instrumenten“ eingefügt werden. Insbesondere könnte der hinzugefügte Wortlaut für eine Lasereinrichtung mit einem kollimierten Strahl großen Durchmessers, die Klasse 1M zugeordnet wurde, da sie Bedingung 1 von Tabelle 10 nicht erfüllt, „(Ferngläser)“ lauten oder sie könnte „(Lupen, Mikroskope)“ lauten für eine Lasereinrichtung, die Klasse 1M zugeordnet wurde, da sie Bedingung 2 von Tabelle 10 (stark divergenter Strahl) nicht erfüllt.

5.4 Klasse 3R

An jeder Lasereinrichtung der Klasse 3R im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 1 400 nm muss ein Laser-Warnschild (Bild 14) und ein Hinweisschild (Bild 15) angebracht sein mit der Aufschrift

LASERSTRAHLUNG
DIREKTE BESTRAHLUNG DER AUGEN VERMEIDEN
LASER KLASSE 3R

Für andere Wellenlängen muss an jeder Lasereinrichtung der Klasse 3R ein Laser-Warnschild (Bild 14) und ein Hinweisschild (Bild 15) angebracht sein, mit der Aufschrift

LASERSTRAHLUNG
NICHT DEM STRAHL AUSSETZEN
LASER KLASSE 3R

5.5 Klasse 3B

An jeder Lasereinrichtung der Klasse 3B müssen ein Laser-Warnschild (siehe Bild 14) und ein Hinweisschild (siehe Bild 15) angebracht sein mit der Aufschrift

LASERSTRAHLUNG
NICHT DEM STRAHL AUSSETZEN
LASER KLASSE 3B

5.6 Klasse 4

An jeder Lasereinrichtung der Klasse 4 müssen ein Laser-Warnschild (siehe Bild 14) und ein Hinweisschild (siehe Bild 15) angebracht sein mit der Aufschrift

LASERSTRAHLUNG
BESTRAHLUNG VON AUGEN ODER HAUT
DURCH DIREKTE ODER STREUSTRAHLUNG VERMEIDEN
LASER KLASSE 4

5.7 Schild an der Strahlaustrittsöffnung

An jeder Lasereinrichtung der Klasse 3R, der Klasse 3B und der Klasse 4 muss ein Schild nahe jeder Öffnung angebracht sein, durch die Laser-Strahlung mit mehr als den Grenzwerten (GZS) der Klasse 1 oder Klasse 2 austritt. Die Beschriftung(en) muss (müssen) lauten

AUSTRITTSÖFFNUNG FÜR LASERSTRAHLUNG

oder

BESTRAHLUNG VERMEIDEN
AUSTRITT VON LASERSTRAHLUNG**5.8 Kennzeichnung der abgegebenen Strahlung und der Norm**

- ~ Jede Lasereinrichtung, ausgenommen solche der Klasse 1, muss auf einem Hinweisschild (Bild 15) durch Angabe der maximalen Ausgangswerte der Laserstrahlung, der Impulsdauer (falls zutreffend) und der ausgesandte(n) Wellenlänge(n) beschrieben werden. Die Bezeichnung und das Datum der Veröffentlichung der Norm, nach der die Einrichtung klassifiziert wurde, muss auf dem Hinweisschild oder anderswo unmittelbar daneben auf der Einrichtung angebracht werden. Bei Klasse 1 und Klasse 1M darf diese Information, anstelle auf Hinweisschildern am Produkt, in der Bedienungsanleitung enthalten sein.

5.9 Schilder für Abdeckungen**5.9.1 Schilder für Abdeckungen**

- ~ Können Verbindungen, Abdeckungen von Schutzgehäusen oder Abdeckplatten von Schutzabdeckungen entfernt oder in ihrer Lage so verändert werden, dass dadurch stärkere Laserstrahlung zugänglich wird als den Grenzwerten (GZS) der Klasse 1 entspricht, so müssen sie Hinweisschilder mit den Worten tragen (im Falle eines gekapselten Lasers der Klasse 1M kann sich diese Aussage in der Bedienungsanleitung befinden). Die Beschriftung muss lauten:

VORSICHT – LASERSTRAHLUNG, WENN ABDECKUNG GEÖFFNET

Zusätzlich muss dieses Schild folgende Worte tragen:

a)

VORSICHT – LASERSTRAHLUNG KLASSE 1M, WENN ABDECKUNG GEÖFFNET
NICHT DIREKT MIT OPTISCHEN INSTRUMENTEN BETRACHTEN

~ wenn die zugängliche Strahlung den Grenzwert (GZS) für Klasse 1M nicht überschreitet, falls die Strahlung nach 9.2 g) und 9.3 gemessen wird;

b)

VORSICHT – LASERSTRAHLUNG KLASSE 2, WENN ABDECKUNG GEÖFFNET
NICHT IN DEN STRAHL BLICKEN

~ wenn die zugängliche Strahlung den Grenzwert (GZS) für Klasse 2 nicht überschreitet, falls die Strahlung nach 9.2 h) und 9.3 gemessen wird;

c)

VORSICHT – LASERSTRAHLUNG KLASSE 2M, WENN ABDECKUNG GEÖFFNET
NICHT IN DEN STRAHL BLICKEN ODER DIREKT
MIT OPTISCHEN INSTRUMENTEN BETRACHTEN

~ wenn die zugängliche Strahlung den Grenzwert (GZS) für Klasse 2M nicht überschreitet, falls die Strahlung nach 9.2 h) und 9.3 gemessen wird;

d)

VORSICHT – LASERSTRAHLUNG KLASSE 3R, WENN ABDECKUNG GEÖFFNET
DIREKTE BESTRAHLUNG DER AUGEN VERMEIDEN

~ wenn die zugängliche Strahlung innerhalb des Wellenlängenbereiches von 400 nm bis 1 400 nm liegt und den Grenzwert (GZS) für Klasse 3R nicht überschreitet;

e)

VORSICHT – LASERSTRAHLUNG KLASSE 3R, WENN ABDECKUNG GEÖFFNET
NICHT DEM STRAHL AUSSETZEN

wenn die zugängliche Strahlung außerhalb des Wellenlängenbereiches von 400 nm bis 1 400 nm liegt und den Grenzwert (GZS) für Klasse 3R nicht überschreitet;

f)

VORSICHT – LASERSTRAHLUNG KLASSE 3B, WENN ABDECKUNG GEÖFFNET
NICHT DEM STRAHL AUSSETZEN

wenn die zugängliche Strahlung den Grenzwert (GZS) für Klasse 3B nicht überschreitet;

g)

VORSICHT – LASERSTRAHLUNG KLASSE 4, WENN ABDECKUNG GEÖFFNET
BESTRAHLUNG VON AUGEN ODER HAUT
DURCH DIREKTE ODER STREUSTRAHLUNG VERMEIDEN

wenn die zugängliche Strahlung den Grenzwert (GZS) für Klasse 3B überschreitet;

Diese Information darf in mehr als einem benachbarten Schild auf der Einrichtung angegeben sein.

5.9.2 Schilder für Sicherheitsverriegelungen

Jeder Sicherheitsverriegelung, die einfach überbrückbar ist und zu zugänglicher Strahlung führt, die die Grenzwerte (GZS) der Klasse 1 übertrifft, müssen entsprechende Schilder deutlich zugeordnet sein. Solche Schilder müssen vor und während einer Überbrückung der Sicherheitsverriegelung sichtbar sein und sich in enger Nachbarschaft zu der Öffnung befinden, die durch das Entfernen des Schutzgehäuses entsteht. Dieses Schild muss die in 5.9.1, Aufzählungen a) bis g) festgelegte Beschriftung tragen und im Anschluss an die erste Zeile eine zusätzliche Zeile erhalten mit den Worten:

UND SICHERHEITSVERRIEGELUNGEN ÜBERBRÜCKT

5.10 Warnung vor unsichtbarer Laserstrahlung

In vielen Fällen schließt der für Schilder in Abschnitt 5 vorgeschriebene Wortlaut das Wort „Laserstrahlung“ ein. Falls die vom Laser ausgesandte Strahlung außerhalb des Wellenlängenbereiches von 400 nm bis 700 nm liegt, müssen die Worte so geändert werden, dass es heißt: „unsichtbare Laserstrahlung“. Falls die ausgesandte Strahlung Wellenlängen besitzt, die innerhalb und außerhalb des genannten Wellenlängenbereiches liegen, muss es heißen: „sichtbare und unsichtbare Laserstrahlung“. Ist eine Einrichtung auf Grund der Höhe der sichtbaren Strahlung klassifiziert und emittiert sie auch oberhalb der Grenzwerte (GZS) von Klasse 1 unsichtbare Wellenlängen, dann muss das Hinweisschild die Worte „Sichtbare und unsichtbare Laserstrahlung“ anstelle von „Laserstrahlung“ tragen.

5.11 Warnung vor sichtbarer Laserstrahlung

Die Bezeichnung „Laserstrahlung“ für Schilder in Abschnitt 5 darf in „Laserlicht“ abgeändert werden, wenn der Laser Strahlung im (sichtbaren) Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm erzeugt.

5.12 Warnung vor Strahlung Licht emittierender Dioden

Für Strahlung Licht emittierender Dioden ist das Wort „Laser“ in Hinweisschildern nach Abschnitt 5 durch „Licht emittierende Diode“ zu ersetzen.

6 Weitere erforderliche Angaben

6.1 Information für den Benutzer

Hersteller von Lasereinrichtungen müssen dafür sorgen, dass folgende Hinweise als integrale Bestandteile der Betriebsanweisung bzw. des Bedienungshandbuchs für den Benutzer, die bzw. das der Lasereinrichtung beigelegt wird, geliefert werden:

- a) Ausreichende Anweisungen für den richtigen Zusammenbau, die Wartung und den sicheren Betrieb einschließlich deutlicher Warnungen, die Vorkehrungen betreffen, um mögliche schädigende Strahlungsexpositionen zu vermeiden.
- ~ b) Für Lasereinrichtungen der Klassen 1M und 2M ist ein zusätzlicher Warnhinweis erforderlich. Für divergente Strahlung muss dieser Warnhinweis aussagen, dass Betrachten des Laserausgangs mit bestimmten optischen Instrumenten (z. B. Uhrmacherlupen, Lupen und Mikroskopen) innerhalb von 100 mm Abstand mit einer Augengefährdung verbunden sein kann. Für kollimierte Strahlen muss dieser Warnhinweis aussagen, dass das Betrachten des Laserausgangs mit bestimmten optischen Instrumenten (z. B. Ferngläsern oder Fernrohren) mit einer Augengefährdung verbunden sein kann.
- c) Die Angabe der Strahldivergenz für gebündelte Strahlen, der Impulsdauer(n) und der maximalen Ausgangswerte der Laserstrahlung in geeigneten Einheiten einschließlich der aufsummierten Messunsicherheiten und jeglicher, nach der Herstellung erwarteter Anstieg der Messwerte, der zu den Werten, die bei der Herstellung gemessen wurden, hinzuaddiert werden muss. (Die Dauer von Impulsen, die auf unbeabsichtigter Modenkopplung beruhen, muss nicht angegeben werden; jedoch müssen die (Betriebs-)Bedingungen der Einrichtung angegeben werden, bei denen es bekannt ist, dass es zu unbeabsichtigter Modenkopplung kommen kann.)

Zusätzlich ist bei gekapselten Lasereinrichtungen und anderen eingebauten Lasereinrichtungen für ähnliche Hinweise zur Beschreibung der eingebauten Lasereinrichtung zu sorgen. Die Hinweise müssen auch angemessene Sicherheits-Hinweise für den Anwender enthalten, um zu vermeiden, dass er sich unbeabsichtigt gefährlicher Laser-Strahlung aussetzt.
- d) Lesbare Reproduktionen (wahlweise in Farbe) aller erforderlichen Hinweisschilder und Warningschilder, die an der Lasereinrichtung befestigt werden müssen oder dieser beigelegt werden. Die zu jedem Schild gehörigen Befestigungsorte an der Einrichtung müssen beschrieben sein. Falls die Schilder der Lasereinrichtung beigelegt sind, muss angegeben sein, dass die Schilder an der Einrichtung nicht befestigt werden konnten, aber mit ihr geliefert werden; ferner muss angegeben werden, in welcher Form und Weise sie geliefert werden.
- e) Ein deutlicher Hinweis im Handbuch auf die Lage von allen Laserstrahl-Austrittsöffnungen.
- f) Eine Aufzählung von Bedienungs-, Justiereinrichtungen und Verfahrensweisen bei Betrieb und Wartung, einschließlich der Warnung: „Vorsicht – wenn andere als die hier angegebenen Bedienungs- oder Justiereinrichtungen benutzt oder andere Verfahrensweisen ausgeführt werden, kann dies zu gefährlicher Strahlungsexposition führen“.
- g) Wenn die Lasereinrichtung die Laser-Energieversorgung nicht enthält, die für die Laseremission notwendig ist, so ist die Spezifikation der Laser-Energieversorgung anzugeben, die notwendig ist, um die Sicherheit zu gewährleisten.

6.2 Kauf- und Service-Unterlagen

Hersteller von Lasereinrichtungen müssen liefern oder für die Lieferung sorgen:

- ~ a) In allen Katalogen, Datenblättern und beschreibenden Broschüren muss die Klassifizierung jeder Lasereinrichtung und jeglicher in 6.1 b) geforderte Warnhinweis angegeben werden.
- b) An Händler, die den Service vornehmen, an Distributoren und auf Verlangen an andere: Ausreichende Anweisungen über Justierungen und Verfahrensweisen im Zusammenhang mit dem Service für jede Lasereinrichtung. Eingeschlossen sind deutliche Warnungen und Beschreibungen von Vorsichtsmaßnahmen, die getroffen werden müssen, um mögliche Bestrahlung und andere Gefährdungen zu vermeiden, sowie ein Zeitplan für die Wartung, die notwendig ist, um die Anlage in einem sicheren Betriebszustand zu erhalten. In allen Service-Anweisungen muss eine Auflistung der Einflussmöglichkeiten und Verfahrensweisen enthalten sein, die ein anderer als der Hersteller oder seine Vertreter ausführen könnten, um die Stärke der zugänglichen Strahlung zu erhöhen. Es ist eine deutliche Beschreibung der Lage abnehmbarer Teile des Schutzgehäuses beizufügen, wenn dadurch zugängliche Strahlung über den Grenzwerten (GZS) der Tabellen 1, 2, 3 und 4 ermöglicht wird. In den Anweisungen müssen für das

mit dem Service betraute Personal sichere Verfahrensweisen beschrieben werden und lesbare Reproduktionen (wahlweise in Farbe) der benötigten Hinweisschilder und Warningschilder enthalten sein.

7 Zusätzliche Anforderungen an besondere Lasereinrichtungen

7.1 Lasereinrichtungen für medizinische Zwecke

Jede medizinische Lasereinrichtung muss allen anzuwendenden Anforderungen genügen, die an eine Lasereinrichtung ihrer Klasse gestellt werden. Zusätzlich muss jede medizinische Lasereinrichtung der Klasse 3B oder der Klasse 4 der **IEC 60601-2-22** entsprechen.

7.2 Andere Teile der Normenreihe IEC 60825

Für spezielle Anwendungen kann der eine oder andere Teil der folgenden IEC 60825-Reihe anzuwenden sein (siehe auch [Anhang H](#)).

- **IEC 60825-2** gilt zusätzlich für Lichtwellenleiter-Kommunikationssysteme.
- **IEC 60825-4** gilt zusätzlich für Laser-Schutzwände.
- Weitere Informationen über Lasershows enthält IEC/TR 60825-3.
- Weitere Informationen bezüglich der Checkliste für Hersteller enthält IEC/TR 60825-5.
- Weitere Informationen über Einrichtungen, die ausschließlich für visuell wahrnehmbare Informationsübertragung verwendet werden, enthält IEC/TR 60825-6.
- Weitere Informationen über Einrichtungen, die ausschließlich für visuell nicht wahrnehmbare Informationsübertragung verwendet werden, enthält IEC/TR 60825-7.
- Richtlinien für den sicheren Gebrauch medizinischer Lasereinrichtungen enthält IEC/TR 60825-8.
- Eine Zusammenstellung von MZB-Werten für inkohärente Strahlung enthält IEC/TR 60825-9.

8 Klassifizierung

8.1 Einführung

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.

8.2 Beschreibung der Laserklassen

Klasse 1: Laser, die unter vernünftigerweise vorhersehbaren Betriebsbedingungen sicher sind; dabei ist der Gebrauch optischer Instrumente für die direkte Beobachtung des Strahls eingeschlossen.

Klasse 1M: Laser, die im Wellenlängenbereich von 302,5 nm bis 4 000 nm emittieren und unter vernünftigerweise vorhersehbaren Betriebsbedingungen sicher sind, die aber gefährlich sein können, wenn der Benutzer innerhalb des Strahls Optiken verwendet. Zwei Bedingungen gelten dafür:

- falls der Benutzer bei divergenter Strahlung optische Komponenten näher als 100 mm an die Quelle bringt, um den Strahl zu konzentrieren (kollimieren); oder
- ein kollimierter Strahl hat einen Durchmesser, der größer ist als der in [Tabelle 10](#) für die Messung von Bestrahlungsstärke und Bestrahlung angegebene Durchmesser.

Klasse 2: Laser, die sichtbare Strahlung im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm aussenden; dabei wird der Schutz des Auges üblicherweise durch Abwendungsreaktionen einschließlich des Lidschlussreflexes bewirkt. Man kann erwarten, dass diese Reaktion unter vernünftigerweise vorhersehbaren Betriebsbedingungen angemessenen Schutz bietet; dabei ist der Gebrauch optischer Instrumente für die direkte Beobachtung des Strahls eingeschlossen.

ANMERKUNG Außerhalb des Wellenlängenbereiches von 400 nm bis 700 nm müssen jegliche zusätzliche Emissionen von Lasern der Klasse 2 unterhalb der Grenzwerte (GZS) von Klasse 1 sein.

Klasse 2M: Laser, die sichtbare Strahlung im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm aussenden; dabei wird der Schutz des Auges üblicherweise durch Abwendungsreaktionen einschließlich des Lidschlussreflexes bewirkt. Jedoch kann die Beobachtung des Ausgangs gefährlicher sein, wenn der Benutzer innerhalb des Strahls Optiken verwendet. Zwei Bedingungen gelten dafür:

- a) falls der Benutzer bei divergenter Strahlung optische Komponenten näher als 100 mm an die Quelle bringt, um den Strahl zu konzentrieren (kollimieren); oder
- b) ein kollimierter Strahl hat einen Durchmesser, der größer ist als der in [Tabelle 10](#) für die Messung von Bestrahlungsstärke und Bestrahlung angegebene Durchmesser.

ANMERKUNG Außerhalb des Wellenlängenbereiches von 400 nm bis 700 nm müssen jegliche zusätzliche Emissionen von Lasern der Klasse 2M unterhalb der Grenzwerte (GZS) von Klasse 1M sein.

Klasse 3R: Laser, die im Wellenlängenbereich von 302,5 nm bis 10^6 nm emittieren und bei denen ein direkter Blick in den Strahl gefährlich sein kann, wobei das Risiko geringer ist als bei Lasern der Klasse 3B; für diese Laser gelten geringere Anforderungen an die Herstellung und an die Kontrollmaßnahmen durch den Benutzer als bei Lasern der Klasse 3B. Die Grenze zugänglicher Strahlung ist innerhalb von fünfmal des Grenzwertes (GZS) von Klasse 2 im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm und innerhalb von fünfmal des Grenzwertes (GZS) von Klasse 1 für andere Wellenlängen.

Klasse 3B: Laser, die bei einem direkten Blick in den Strahl normalerweise gefährlich sind (d. h. innerhalb des Sicherheitsabstandes NOHD). Die Beobachtung von diffusen Reflexionen ist üblicherweise sicher (siehe auch Anmerkung zu [12.5.2 c\)](#)).

Klasse 4: Laser, die auch gefährliche diffuse Reflexionen erzeugen können. Sie können Verletzungen der Haut verursachen und können zu Brandgefahren führen. Ihre Anwendung erfordert äußerste Vorsicht.

8.3 Zuständigkeit für die Klassifizierung

Der Hersteller oder sein Vertreter ist verantwortlich dafür, die Lasereinrichtung in die richtige Klasse einzuordnen. 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 höchstmögliche Klasse führt, klassifiziert werden. Die Grenzwerte zugänglicher Strahlung (GZS) der Klassen 1 und 1M, der Klassen 2 und 2M, der Klasse 3R und der Klasse 3B (aufgeführt in der Reihenfolge zunehmender Gefährdung) sind jeweils in den [Tabellen 1, 2, 3 und 4](#) angegeben.

Die Werte der verwendeten Korrekturfaktoren sind in den Anmerkungen zu den [Tabellen 1 bis 4](#) in Abhängigkeit von der Wellenlänge, der Emissionsdauer, der Anzahl der Impulse und der Winkelausdehnung angegeben.

8.4 Klassifizierungsregeln

Für die Regeln zum Zwecke der Klassifizierung ist folgende Reihung der Klassen (in aufsteigender Ordnung der Gefahr) zu verwenden: Klasse 1, Klasse 1M, Klasse 2, Klasse 2M, Klasse 3R, Klasse 3B, Klasse 4.

ANMERKUNG Für die Klassifizierung einer Lasereinrichtung als Klasse 1M oder Klasse 2M begrenzt die Verwendung einer Messblende, wie sie in [Tabelle 10](#) für Bestrahlungsstärke und Bestrahlung angegeben ist, in den in dieser Tabelle für diese Messungen angegebenen Abständen die Menge der Strahlung, die im Falle von Strahlen großen Durchmessers und von stark divergenten Strahlen erfasst wird. Es kann zum Beispiel der Fall sein, dass sich bei Lasereinrichtungen der Klasse 1M und der Klasse 2M, falls sie unter den dafür geltenden Bedingungen gemessen werden, ein höherer Messwert für die Leistung oder Energie ergibt, als es dem Grenzwert (GZS) von Klasse 3R entspricht. Für solche Lasereinrichtungen ist eine Klassifizierung als 1M oder 2M korrekt.

- a) Strahlung einer einzigen Wellenlänge

Eine Lasereinrichtung, die nur Strahlung in einem Wellenlängenbereich emittiert, der schmal genug ist, dass die Grenzwerte zugänglicher Strahlung (GZS) sich nicht ändern, wird einer Klasse zugeordnet, falls

die zugängliche Laserstrahlung die Grenzwerte (GZS) aller niedrigeren Klassen überschreitet, aber nicht diejenigen der zugeordneten Klasse.

b) Strahlung mehrerer Wellenlängen

- 1) Eine Lasereinrichtung, die zwei oder mehrere Wellenlängen in Spektralgebieten aussendet, die nach [Tabelle 5](#) als additiv gekennzeichnet sind, wird einer Klasse zugeordnet, wenn für alle niedrigeren Klassen die Summe der Quotienten aus der zugänglichen Laserstrahlung und den Grenzwerten (GZS) für diese Wellenlängen größer als eins ist, aber für die zugeordnete Klasse eins nicht überschreitet.
- 2) Eine Lasereinrichtung, die zwei oder mehrere Wellenlängen ausstrahlt, die in [Tabelle 5](#) nicht als additiv gekennzeichnet sind, wird einer Klasse zugeordnet, die dadurch bestimmt ist, dass die zugängliche Laserstrahlung die Grenzwerte (GZS) aller niedrigeren Klassen für mindestens eine Wellenlänge überschreitet, aber die Grenzwerte (GZS) der zugeordneten Klasse bei keiner Wellenlänge überschreitet.

c) Strahlung von ausgedehnten Quellen

Die Augengefährdung durch Laserquellen hängt im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 1 400 nm von der Winkelausdehnung der Quelle ab. Eine Quelle wird als ausgedehnte Quelle betrachtet, wenn die Winkelausdehnung der scheinbaren Quelle größer als $\alpha_{\min}$ ist, mit $\alpha_{\min} = 1,5$ mrad. Für die Bewertung der thermischen Netzhautgefährdung (400 nm bis 1 400 nm) sind die Grenzwerte (GZS) 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 Grenzwerte (GZS) der Winkelausdehnung der Quelle nicht direkt proportional; jedoch wird abhängig von der Einwirkungs-dauer (siehe 9.3 c) i)) für die Messung ein Grenzeinfallswinkel γ_p von 11 mrad oder größer verwendet, und das Verhältnis von Grenzeinfallswinkel γ_p zur Winkelausdehnung α der Quelle kann das Messergebnis beeinflussen.

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

Für eine ausgedehnte Quelle muss die gemessene Leistung oder Energie kleiner sein als die für die Klasse in Abhängigkeit von der Winkelausdehnung α der Quelle festgelegten Grenzwerte (GZS) für Leistung oder Energie.

Für die Klassifizierung von Lasereinrichtungen, für die Bedingung 1 gilt (siehe [Tabelle 10](#)), ist die Winkelausdehnung α der scheinbaren Quelle von der Stelle der 50-mm-Messblende aus zu bestimmen. Die siebenfache Vergrößerung der Winkelausdehnung α der scheinbaren Quelle kann verwendet werden, um C_6 zu berechnen, d. h. $C_6 = 7 \alpha / \alpha_{\min}$. Dies setzt voraus, dass gezeigt werden kann, dass der kleinstmögliche Fleckdurchmesser auf der Netzhaut nicht kleiner als $C_6 \cdot 25 \mu\text{m}$ ist, falls die Strahlung durch ein optisches Instrument mit der Vergrößerung 7 betrachtet wird. Der Ausdruck $(7 \cdot \alpha)$ ist auf $\alpha_{\max}$ zu begrenzen, bevor C_6 berechnet wird.

ANMERKUNG Falls gezeigt werden kann, dass der Fleckdurchmesser auf der Netzhaut siebenfach vergrößert ist, und falls $\alpha < 1,5$ mrad, aber $7 \cdot \alpha > 1,5$ mrad ist, dann gelten die Grenzwerte für $\alpha > 1,5$ mrad in [Tabelle 1](#) und [Tabelle 3](#).

Für die Klassifizierung von Lasereinrichtungen, für die Bedingung 2 gilt (siehe [Tabelle 10](#)), ist die Winkelausdehnung α der scheinbaren Quelle von der zugänglichen Stelle aus zu bestimmen, die am nächsten an der scheinbaren Quelle liegt, aber in keinem kürzeren Abstand als 100 mm.

d) Nicht kreisförmige und mehrfache Quellen

Besteht im Falle von Laserstrahlung die scheinbare Quelle in dem Wellenlängenbereich von 400 nm bis 1 400 nm aus mehreren punktförmigen Quellen oder handelt es sich um eine Linienquelle mit einer Winkelausdehnung, die größer als $\alpha_{\min}$ ist, dann sind Messungen oder Bewertungen für jede einzelne Punktquelle oder Anordnung von Punktquellen durchzuführen; dies ist erforderlich, um sicherzustellen, dass die Quelle den Grenzwert (GZS) für keinen möglichen Winkel α in dem Bereich $\alpha_{\min} \leq \alpha \leq \alpha_{\max}$, der von irgendeiner Teilfläche aufgespannt wird, überschreitet.

Für die Grenzwerte der photochemischen Netzhautgefährdung (400 nm bis 600 nm) ist der Grenzeinfallswinkel γ_p zu verwenden, um ausgedehnte Quellen zu bewerten, wie dies in [9.3 c\) i\)](#) festgelegt ist.

Für die Bestimmung der Grenzwerte (GZS) für die thermische Netzhautgefährdung (400 nm bis 1 400 nm) ergibt sich die Winkelausdehnung einer rechteckigen Quelle oder einer linienförmigen Quelle als arithmetischer Mittelwert der beiden Winkelausdehnungen der Quelle. Jede Winkelausdehnung, die größer als $\alpha_{\max}$ oder kleiner als $\alpha_{\min}$ ist, muss auf $\alpha_{\max}$ bzw. $\alpha_{\min}$ begrenzt werden, bevor der Mittelwert berechnet wird. Die photochemischen Grenzwerte für die Netzhautgefährdung (400 nm bis 600 nm) hängen nicht von der Winkelausdehnung der Quelle ab, und die Quelle wird mit dem in 9.3 c) angegebenen Empfangswinkel gemessen.

e) Zeitbasis

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

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

ANMERKUNG 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 Grenzwert (GZS) verglichen werden muss usw. Es genügt nicht, die Höhe der Emission bloß über die Dauer der Zeitbasis für die Klassifizierung zu mitteln.

f) Wiederholt gepulste oder modulierte Laser

Die folgenden Verfahren müssen benutzt werden, um die bei wiederholt gepulster Laserstrahlung anzuwendenden Grenzwerte (GZS) zu bestimmen.

Der Grenzwert (GZS) für Wellenlängen von 400 nm bis 10^6 nm wird durch Anwendung derjenigen der jeweils zutreffenden Anforderungen i), ii) und iii) bestimmt, welche die größte Einschränkung darstellt. Bei anderen Wellenlängen wird der Grenzwert (GZS) durch Anwendung derjenigen der Anforderungen i) und ii) bestimmt, die die größte Einschränkung darstellt. Die Anforderung iii) gilt nur für die thermischen Grenzwerte, nicht für die photochemischen Grenzwerte.

- i) Die Bestrahlung durch jeden Einzelimpuls einer Impulsfolge darf den Grenzwert (GZS) für einen Einzelimpuls nicht überschreiten.
- ii) Die mittlere Leistung für eine Impulsfolge der Emissionsdauer T darf die Leistung entsprechend dem Grenzwert (GZS) nach den Tabellen 1, 2, 3 und 4 für einen einzelnen Impuls der Dauer T nicht überschreiten.
- iii) Die mittlere Impulsenergie von Impulsen einer Impulsfolge darf den Grenzwert (GZS) für einen Einzelimpuls multipliziert mit dem Korrekturfaktor C_5 nicht übersteigen. Haben die Impulse eine veränderliche Amplitude, dann ist die Bewertung sowohl für Impulse jeder Amplitude getrennt durchzuführen als auch für die gesamte Impulsfolge:

$$GZS_{\text{Impulsfolge}} = GZS_{\text{Einzelimpuls}} \cdot C_5$$

Dabei ist

$GZS_{\text{Impulsfolge}}$ = Grenzwert (GZS) für jeden Einzelimpuls in der Impulsfolge;

$GZS_{\text{Einzelimpuls}}$ = Grenzwert (GZS) für einen Einzelimpuls;

$$C_5 = N^{-0,25};$$

N = Anzahl der Impulse in der Impulsfolge während folgender Zeitdauer:

Wellenlänge	Zeitdauer zu Bestimmung von N
400 nm bis 1 400 nm	T_2 (siehe Anmerkung 2 der Anmerkungen zu den Tabellen 1 bis 4) oder die anzuwendende Zeitbasis, je nachdem, was kürzer ist
> 1 400 nm	10 s