

	DIN EN 60825-2 (VDE 0837-2)	
	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.	
ICS 13.280; 31.260; 33.180.01 Ersatz für DIN EN 60825-2 (VDE 0837-2):2005-06 und DIN EN 60825-2 Berichtigung 1 (VDE 0837-2 Berichtigung 1):2006-03 Siehe jedoch Beginn der Gültigkeit Sicherheit von Laser-Einrichtungen – Teil 2: Sicherheit von Lichtwellenleiter-Kommunikationssystemen (LWLKS) (IEC 60825-2:2004 + A1:2006); Deutsche Fassung EN 60825-2:2004 + A1:2007 Safety of laser products – Part 2: Safety of optical fibre communication systems (OFCS) (IEC 60825-2:2004 + A1:2006); German version EN 60825-2:2004 + A1:2007 Sécurité des appareils à laser – Partie 2: Sécurité des systèmes de télécommunication par fibres optiques (STFO) (CEI 60825-2:2004 + A1:2006); Version allemande EN 60825-2:2004 + A1:2007 Gesamtumfang 62 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2004-09-01 angenommene EN 60825-2 gilt zusammen mit der am 2007-02-01 angenommenen Änderung A1 als DIN-Norm ab 2007-11-01.

Daneben dürfen **DIN EN 60825-2 (VDE 0837-2):2005-06** und **DIN EN 60825-2 Berichtigung 1 (VDE 0837-2 Berichtigung 1):2006-03** noch bis 2010-02-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 60825-2/A1 (VDE 0837-2/A1):2007-02.

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

Die Änderung 1 dieser Norm ist am linken Seitenrand mit einem Strich und „A1“ gekennzeichnet.

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 auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ mit den Daten zu dieser Publikation angegebenen Datum (maintenance result date) unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

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

Anwender von Produkten, die nach dieser Norm hergestellt wurden, 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 dieser Norm empfohlenen Nutzeranforderungen.

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
automatische Leistungsverringerung (ALV)	3.2	7
Baugruppe	3.21	10
betreibende Organisation	3.17	9
Endbenutzer	3.3	7
Gefährdungsgrad	3.4	7
Gefährdungsgrad 1	3.5	8
Gefährdungsgrad 1M	3.6	8
Gefährdungsgrad 2	3.7	8
Gefährdungsgrad 2M	3.8	8
Gefährdungsgrad 3B	3.10	8
Gefährdungsgrad 3R	3.9	8
Gefährdungsgrad 4	3.11	8
Hersteller	3.16	9

Begriff	Abschnitt	Seite
installierende Organisation	3.12	9
Instandsetzungs-Organisation	3.20	10
Lichtwellenleiter-Kommunikationssystem (LWLKS)	3.18	9
Standort mit eingeschränktem Zugang; eingeschränkter Standort	3.14	9
Standort mit kontrolliertem Zugang; kontrollierter Standort	3.13	9
Standort mit uneingeschränktem Zugang; uneingeschränkter Standort	3.15	9
vernünftigerweise vorhersehbares Ereignis	3.19	9
zugängliche Stelle	3.1	7

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 60825-2 (VDE 0837-2):2005-06** und **DIN EN 60825-2 Berichtigung 1 (VDE 0837-2 Berichtigung 1):2006-03** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Die Berichtigung 1 wurde eingearbeitet.
- b) Die Änderung 1 wurde eingearbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN 60825-2/A1 (VDE 0837-2/A1):1998-09
DIN EN 60825-2 (VDE 0837-2):1994-07, 2001-05, 2005-06
DIN EN 60825-2 Berichtigung 1 (VDE 0837-2 Berichtigung 1):2006-03

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.

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 60825-1:1994 + Corr. Februar 1995 + A1:2002 + A2:2001	IEC 60825-1:1993 + A1:1997 + A2:2001	DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1):2003-10	VDE 0837-1
EN 60825-12	IEC 60825-12	DIN EN 60825-12 (VDE 0837-12)	VDE 0837-12
EN 60794-1-1	IEC 60794-1-1	DIN EN 60794-1-1 (VDE 0888-100-1)	VDE 0888-100-1
EN 60794-1-2	IEC 60794-1-2	DIN EN 60794-1-2 (VDE 0888-100-2)	VDE 0888-100-2
EN 60794-2	IEC 60794-2	DIN EN 60794-2 (VDE 0888-115)	VDE 0888-115
EN 60794-3	IEC 60794-3	DIN EN 60794-3 (VDE 0888-108)	VDE 0888-108
EN 60794-3-10	IEC 60794-3-10	DIN EN 60794-3-10 (VDE 0888-310)	VDE 0888-310
EN 60794-3-20	IEC 60794-3-20	DIN EN 60794-3-20 (VDE 0888-320)	VDE 0888-320
–	IEC 60794-4-1	–	–
–	IEC 60812	–	–
EN 60950-1:2001 ersetzt durch: EN 60950-1:2006	IEC 60950-1:2001 (mod) ersetzt durch: IEC 60950-1:2005 (mod)	DIN EN 60950-1 (VDE 0805-1):2003-03 ersetzt durch: DIN EN 60950-1 (VDE 0805-1):2006-11	VDE 0805-1
EN 61508	IEC 61508	DIN EN 61508 (VDE 0803)	VDE 0803
EN 61508-1	IEC 61508-1	DIN EN 61508-1 (VDE 0803-1)	VDE 0803-1
EN 61508-2	IEC 61508-2	DIN EN 61508-2 (VDE 0803-2)	VDE 0803-2
EN 61508-3	IEC 61508-3	DIN EN 61508-3 (VDE 0803-3)	VDE 0803-3
EN 61508-4	IEC 61508-4	DIN EN 61508-4 (VDE 0803-4)	VDE 0803-4
EN 61508-5	IEC 61508-5	DIN EN 61508-5 (VDE 0803-5)	VDE 0803-5

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60794-1-1 (VDE 0888-100-1), *Lichtwellenleiterkabel – Teil 1-1: Fachgrundspezifikation – Allgemeines*

DIN EN 60794-1-2 (VDE 0888-100-2), *Lichtwellenleiterkabel – Teil 1-2: Fachgrundspezifikation – Grundlegende Prüfverfahren für Lichtwellenleiterkabel*

DIN EN 60794-2 (VDE 0888-115), *Lichtwellenleiterkabel – Teil 2: Rahmenspezifikation – Innenkabel*

DIN EN 60794-3 (VDE 0888-108), *Lichtwellenleiterkabel – Teil 3: Rahmenspezifikation – Außenkabel*

DIN EN 60794-3-10 (VDE 0888-310), *Lichtwellenleiterkabel – Teil 3-10: Außenkabel – Familienspezifikation für LWL-Fernmelde-Erd- und Röhrenkabel*

DIN EN 60794-3-20 (VDE 0888-320), *Lichtwellenleiter – Teil 3-20: Außenkabel – Familienspezifikation für selbsttragende LWL-Fernmelde-Luftkabel*

DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1):2003-10, *Sicherheit von Laser-Einrichtungen – Teil 1: Klassifizierung von Anlagen, Anforderungen und Benutzer-Richtlinien (IEC 60825-1:1993 + A1:1997 + A2:2001); Deutsche Fassung EN 60825-1:1994 + A1:2002 + A2:2001.*

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

DIN EN 60950-1 (VDE 0805-1):2006-11, *Einrichtungen der Informationstechnik – Sicherheit – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60950-1:2005, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60950-1:2006*

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

DIN EN 61508-1 (VDE 0803-1), *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme – Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

DIN EN 61508-2 (VDE 0803-2), *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme – Teil 2: Anforderungen an sicherheitsbezogene elektrische/elektronische/programmierbare elektronische Systeme*

DIN EN 61508-3 (VDE 0803-3), *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme – Teil 3: Anforderungen an Software*

DIN EN 61508-4 (VDE 0803-4), *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme – Teil 4: Begriffe und Abkürzungen*

DIN EN 61508-5 (VDE 0803-5), *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme – Teil 5: Beispiele zur Ermittlung der Stufe der Sicherheitsintegrität (safety integrity level)*

– Leerseite –

**Sicherheit von Laser-Einrichtungen –
Teil 2: Sicherheit von Lichtwellenleiter-Kommunikationssystemen (LWLKS)**
(IEC 60825-2:2004 + A1:2006)

Safety of laser products –
Part 2: Safety of optical fibre communication
systems (OFCS)
(IEC 60825-2:2004 + A1:2006)

Sécurité des appareils à laser –
Partie 2: Sécurité des systèmes de
télécommunication par fibres optiques (STFO)
(CEI 60825-2:2004 + A1:2006)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2004-09-01 und die A1 am 2007-02-01 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 60825-2:2004 + A1:2007 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 76/288/FDIS, zukünftige 3. Ausgabe von IEC 60825-2, ausgearbeitet von dem IEC/TC 76 „Optical radiation safety and laser equipment“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2004-09-01 als EN 60825-2 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 60825-2:2000. Sie besteht aus einer technische Überarbeitung, um die in dieser Norm verwendeten Bezeichnungen der Gefährdungsklassen in Übereinstimmung mit dem in **Änderung A2:2001 zu EN 60825-1:1994** neu festgelegten Klassifizierungssystem zu bringen. Zusätzlich wurde die Norm komplett und gründlich überarbeitet.

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): 2005-06-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2007-09-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60825-2:2004 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Vorwort zu A1

Der Text des Schriftstücks 76/346/FDIS, zukünftige Änderung 1 zu IEC 60825-2:2004, ausgearbeitet von dem IEC/TC 76 „Optical radiation safety and laser equipment“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2007-02-01 als Änderung A1 zu EN 60825-2:2004 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die Änderung auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2007-11-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der Änderung entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2010-02-01

Anerkennungsnotiz

Der Text der Änderung 1:2006 zur Internationalen Norm IEC 60825-2:2004 wurde von CENELEC als Änderung zur Europäischen Norm ohne irgendeine Abänderung angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
Vorwort zu A1	2
1 Anwendungsbereich und Zweck	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Anforderungen	10
4.1 Allgemeines	10
4.2 Schutzgehäuse für LWLKS	10
4.3 Lichtwellenleiterkabel	10
4.4 Kabel-Steckverbinder	11
4.5 Automatische Leistungsverringerung (ALV) und Neustart-Impulse	11
4.6 Aufkleber und Kennzeichnungen	13
4.7 Organisatorische Anforderungen.....	18
4.8 Untersuchung des Gefährdungsgrades	19
4.9 Gefährdungsgrad-Anforderungen abhängig vom Standort.....	20
Anhang A (informativ) Begründung	22
Anhang B (informativ) Zusammenfassung der Anforderungen an Standorten eines LWLKS	23
Anhang C (informativ) Verfahren zur Gefahren-/Sicherheitsanalyse	24
Anhang D (informativ) Anwendungshinweise zum sicheren Gebrauch von Lichtwellenleiter-Kommunikationssystemen.....	25
D.1 Einleitung	25
D.2 Anwendungsbereiche	25
D.2.1 Typische Lichtwellenleiteranlagen.....	25
D.2.2 Typische Systembauteile.....	26
D.2.3 Typische Arbeitsbereiche	26
D.3 Leistungsgrenzwerte von Lichtwellenleiter-Übertragungssystemen	27
D.4 Beispiele für die Bestimmung des Gefährdungsgrades	29
D.4.1 Mehrere Wellenlängen auf demselben Lichtwellenleiter	29
D.4.2 Bidirektionale (Duplex-)Übertragung	30
D.4.3 Automatische Leistungsverringerung	30
D.4.4 Bündeladern	32
D.4.5 Flachbandkabel	33
D.4.6 Leistungsverlust aufgrund von Strahlteilern und Lichtwellenleiterdämpfung	34
D.4.7 Allgemeingültige Überlegungen und Beispiele.....	35
D.5 Fehleranalyse – Erläuterung und Anleitung	35
D.5.1 Definitionen.....	36
D.5.2 Fehleranalyse	36
D.5.3 Fehlerwahrscheinlichkeiten	36
D.5.4 Gebräuchliche Techniken der Fehleranalyse.....	36

	Seite
D.5.5 Ausfallart-, Auswirkungs- und Risikoanalyse.....	36
D.5.6 Auswirkungs-Analyse.....	39
D.6 Empfohlene Arbeitsverfahren	45
D.6.1 Allgemeine Arbeitsverfahren.....	45
D.6.2 Arbeitsverfahren für laufenden Betrieb bei Gefährdungsgraden 1, 1M, 2, 2M und 3R	46
D.6.3 Arbeitsverfahren für den Gefährdungsgrad 3B.....	46
D.6.4 Ordnungsgemäßes Aus- und Einschaltverfahren für den Gefährdungsgrad 3B.....	47
D.7 Maximale Ausgangsleistung während der Abschaltung	48
Anhang E (informativ) Anleitungen für Instandsetzung und Wartung.....	50
E.1 Prüfungen und Messungen.....	50
E.2 Sicherheitsvorkehrungen	50
E.2.1 Allgemeine Anmerkungen.....	50
E.2.2 Vorsichtsmaßnahmen an Standorten mit den Gefährdungsgraden 1M, 2M, 3R und 3B.....	51
E.2.3 Ausbildungsprogramm	52
Anhang F (informativ) Erläuterung des Begriffs „Gefährdungsgrad“	53
F.1 Klasse	53
F.2 Gefährdungsgrad.....	53
F.3 Erklärung zu den Definitionen 3.1, 3.4 bis 3.11 und zu Abschnitt 4	53
F.4 Erklärung zu 4.8.1 und 4.8.2.....	53
Literaturhinweise	55
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen.....	56
Bild D.1 – System basierend auf passivem optischem Netzwerk (PON).....	35
Bild D.2 – Einfache Lasertreiberschaltung	37
Bild D.3 – Beispiel eines Risikodiagramms aus IEC 61508-5, D.5.....	40
Bild D.4 – Diagramm für FIT-Raten und mittlere Reparaturzeit.....	43
Tabelle 1 – Kennzeichnung an uneingeschränkten Standorten	14
Tabelle 2 – Kennzeichnung an eingeschränkten Standorten	15
Tabelle 3 – Kennzeichnung an kontrollierten Standorten	16
Tabelle D.1 – Leistungsgrenzwerte für 11-µm-Einmoden-Lichtwellenleiter (SM) und Mehrmoden- Lichtwellenleiter (MM) mit numerischer Apertur von 0,18 (Kerndurchmesser < 150 µm)	28
Tabelle D.2 – Beziehung zwischen der Anzahl der Lichtwellenleiter in einem Flachband- Lichtwellenleiter und der maximal zulässigen Leistung (Beispiel).....	34
Tabelle D.3 – Identifikation von Bauteilen und Fehlerarten (Beispiel)	37
Tabelle D.4 – Beta-Werte (Beispiel)	38
Tabelle D.5 – Bestimmung der Fehlerraten (Beispiel)	38
Tabelle D.6 – Auswirkungseinstufung nach IEC 61508-5, Tabelle D.1	40
Tabelle D.7 – Häufigkeitseinstufung nach IEC 61508-5, Tabelle D.1	41

Tabelle D.8 – Einstufung der Möglichkeit der Gefährdungsvermeidung nach IEC 61508-5, Tabelle D.1	41
Tabelle D.9 – Einstufung der Wahrscheinlichkeit des unerwünschten Ereignisses nach IEC 61508-5, Tabelle D.1	41
Tabelle D.10 – Betriebsarten – Definitionen aus IEC 61508-4, 3.5.12.....	42
Tabelle D.11 – SIL-Werte aus 7.6.2.9 der IEC 61508-1	42
Tabelle D.12 – Einstufung von Anlagenüberwachungen.....	44
Tabelle D.13 – FIT-Raten für das obige Beispiel.....	45
Tabelle D.14 – Beispiele für Leistungsgrenzwerte bei LWLKS mit automatischer Leistungsverringern, um die Strahlung auf einen niedrigeren Gefährdungsgrad zu verringern.....	49

1 Anwendungsbereich und Zweck

Dieser Teil 2 von IEC 60825 beinhaltet Anforderungen und spezifische Richtlinien für den sicheren Einsatz und die Wartung von Lichtwellenleiter-Kommunikationssystemen (LWLKS). Bei solchen Systemen kann optische Leistung außerhalb der Einkapselung durch Sendeeinrichtungen oder in großer Entfernung von der optischen Quelle zugänglich sein.

Dieser Teil 2 fordert die Festlegung von Gefährdungsgraden für zugängliche Stellen, als Ersatz für die Klassifizierung nach **IEC 60825-1**. Er ist auf fertig installierte, durchgehende LWLKS anzuwenden, einschließlich solcher Bauteile und Baugruppen, die optische Strahlung erzeugen oder verstärken. Einzelne Bauteile oder Baugruppen, die nur an Endanbieter zum Einbau in fertig installierte, durchgehende LWLKS verkauft werden, brauchen nicht mit dieser Norm erfasst werden, weil nach dieser Norm nur das endgültige LWLKS erfasst werden sollte.

ANMERKUNG Mit der obigen Aussage wird nicht beabsichtigt, Hersteller solcher Bauteile und Baugruppen an der Benutzung dieser Norm zu hindern, falls sie das wollen oder durch einen Vertrag dazu verpflichtet sind.

Diese Norm gilt nicht für Lichtwellenleitersysteme, die hauptsächlich für die Übertragung von optischer Leistung entwickelt wurden, zum Beispiel für die Materialbearbeitung oder die medizinische Behandlung.

Zusätzlich zur Gefährdung durch Laserstrahlung können LWLKS auch andere Gefährdungen verursachen, zum Beispiel Feuer.

Diese Norm behandelt keine Gefahren im Zusammenhang mit Explosionen oder Feuer, die von LWLKS ausgehen, die in Umgebungen mit explosiven Gasen installiert sind.

In diesem Teil der IEC 60825 sind Licht emittierende Dioden (LED) und optische Verstärker mit eingeschlossen, wenn der Begriff „Laser“ verwendet wird.

Dieser Teil von IEC 60825 hat den Zweck:

- Personen vor optischer Strahlung aus LWLKS zu schützen;
- Anforderungen an Hersteller, Installations-, Instandsetzungs- und Betreiberorganisationen festzulegen, damit Anweisungen erstellt und Informationen geliefert werden, damit geeignete Vorsichtsmaßnahmen ergriffen werden können;
- durch Schilder, Aufkleber und Anweisungen angemessene Warnungen an einzelne Personen vor den mit LWLKS verknüpften Gefährdungen sicherzustellen.

Anhang A enthält eine ausführliche Begründung für diesen Teil der IEC 60825.

Die Sicherheit eines LWLKS hängt zu einem erheblichen Teil von den Eigenschaften der im System verwendeten Bauteile ab. Abhängig von den Eigenschaften der Ausrüstung kann es notwendig sein, wichtige Sicherheitsinformationen auf dem Produkt anzubringen oder sie in der Bedienungsanleitung abzudrucken.

Abhängig vom Grad der möglichen Gefährdung liegt die Verantwortung für die sichere Installation und Benutzung dieser Systeme beim Einrichter oder beim Endbenutzer / der Betreiberorganisation oder beiden. Nach dieser Norm sind die installierende Organisation und die Instandsetzungsorganisation für die Einhaltung der Sicherheitsvorschriften während der Installation und der Instandsetzung verantwortlich, je nachdem, was zutrifft. Entsprechendes gilt für den Endbenutzer oder die Betreiberorganisation beim Betrieb und bei der Wartung. Es ist bekannt, dass der Benutzer dieser Norm in eine oder mehrere der genannten Kategorien von Herstellern, installierenden Organisationen, Endbenutzern oder Betreiberorganisationen fallen kann.

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 60825-1, *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification, requirements and user's guide*¹⁾
 Amendment 1 (1997)
 Amendment 2 (2001)

3 Begriffe

Für die Zwecke dieses Dokuments gelten die Begriffe und Definitionen der IEC 60825-1 genauso wie die nachfolgenden Definitionen.

3.1

zugängliche Stelle

jeder Teil oder Bereich eines LWLKS, zu dem unter vernünftigerweise vorhersehbaren Umständen menschlicher Zugang zu Laserstrahlung ohne Benutzung eines Werkzeugs möglich ist^{N1)}

3.2

automatische Leistungsverringerung (ALV)

Eigenschaft eines LWLKS, durch die bei jedem Ereignis, das zu einer Bestrahlung eines Menschen führen könnte, z. B. Bruch des Lichtwellenleiters, die zugängliche Leistung innerhalb einer vorgegebenen Zeit auf einen vorgegebenen Wert verringert wird

ANMERKUNG Der in dieser Norm verwendete Begriff „automatische Leistungsverringerung“ (ALV) umfasst die folgenden Begriffe, die in den Empfehlungen der Internationalen Fernmeldeunion verwendet werden:^{N2)}

- automatische Laserabschaltung (ALA);
- automatische Leistungsverringerung (ALV);
- automatische Energieabschaltung (AEA).

3.3

Endbenutzer

Person oder Organisation, die das LWLKS in der beim Entwurf vorgesehenen Art und Weise nutzt

ANMERKUNG 1 Normalerweise besitzt der Endbenutzer keine Möglichkeit, die in einem LWLKS erzeugte und übertragene Leistung zu beeinflussen.

ANMERKUNG 2 Wenn eine Person oder Organisation das LWLKS anders nutzt als vom Hersteller entwickelt, dann übernimmt diese Person/Organisation die Verantwortlichkeiten eines Herstellers oder einer installierenden Organisation.

3.4

Gefährdungsgrad

mögliche Gefährdung an jeder zugänglichen Stelle innerhalb eines LWLKS. Der Gefährdungsgrad beruht auf dem optischen Strahlungspegel, der bei einem vernünftigerweise vorhersehbaren Ereignis, z. B. bei einem Lichtwellenleiterbruch, zugänglich werden könnte. Er steht in engem Zusammenhang mit dem Laser-Klassifizierungsverfahren nach IEC 60825-1.

¹⁾ Es existiert eine konsolidierte Ausgabe 1.2, die die IEC 60825-1 (1993), die Änderung 1 (1997) und die Änderung 2 (2001) enthält.

^{N1)} Nationale Fußnote: In dieser Norm wurde bei der Übersetzung des englischen Begriffs „location“ unterschieden zwischen a) zugänglichen „Stellen“ in einem LWLKS, an denen eine mögliche Gefährdung bewertet wird (für diese Fälle trifft die Definition 3.1 zu), und b) „Standorten“, die einer von drei Kategorien zugeordnet werden und an denen festgelegte Regeln gelten (für diese Fälle treffen die Definitionen 3.13, 3.14 und 3.15 zu).

^{N2)} Nationale Fußnote: Im deutschen Sprachgebrauch werden teilweise auch die englischen Abkürzungen verwendet: ALS für „automatic laser shutdown“, APR für „automatic power reduction“ und APSD für „automatic power shutdown“. Der englische Term „automatic power shutdown“ wurde mit „automatische Energieabschaltung“ und nicht mit „automatische Leistungsabschaltung“ übersetzt, um eine Verwechslung mit „automatische Laserabschaltung“ zu vermeiden.

3.5

Gefährdungsgrad 1

Gefährdungsgrad 1 gilt für jede zugängliche Stelle eines LWLKS, an der unter vernünftigerweise vorhersehbaren Umständen kein menschlicher Zugang zu Strahlung über den Grenzwerten der zugänglichen Strahlung der Klasse 1 für die zutreffende Wellenlänge und Bestrahlungsdauer möglich ist

3.6

Gefährdungsgrad 1M

Gefährdungsgrad 1M gilt für jede zugängliche Stelle eines LWLKS, an der unter vernünftigerweise vorhersehbaren Umständen kein menschlicher Zugang zu Strahlung über den Grenzwerten der zugänglichen Strahlung der Klasse 1 für die zutreffende Wellenlänge und Bestrahlungsdauer möglich ist, wobei der Strahlungspegel mit den Messbedingungen für Lasereinrichtungen der Klasse 1M gemessen wird (siehe [IEC 60825-1](#))

ANMERKUNG Wenn der anzuwendende Grenzwert für Gefährdungsgrad 1M größer als der Grenzwert für den Gefährdungsgrad 2 oder 3R ist, aber kleiner als der Grenzwert für den Gefährdungsgrad 3B, dann wird der Gefährdungsgrad 1M vergeben.

3.7

Gefährdungsgrad 2

Gefährdungsgrad 2 gilt für jede zugängliche Stelle eines LWLKS, an der unter vernünftigerweise vorhersehbaren Umständen keine zugängliche Strahlung über den Grenzwerten der zugänglichen Strahlung für Laser der Klasse 2 für die zutreffende Wellenlänge und Bestrahlungsdauer auftreten wird

ANMERKUNG Wenn der anzuwendende Grenzwert für Gefährdungsgrad 1M größer als der Grenzwert für den Gefährdungsgrad 2 ist, aber kleiner als der Grenzwert für den Gefährdungsgrad 3B, dann wird der Gefährdungsgrad 1M vergeben.

3.8

Gefährdungsgrad 2M

Gefährdungsgrad 2M gilt für jede zugängliche Stelle eines LWLKS, an der unter vernünftigerweise vorhersehbaren Umständen keine zugängliche Strahlung über den Grenzwerten der zugänglichen Strahlung für Laser der Klasse 2 für die zutreffende Wellenlänge und Bestrahlungsdauer auftreten wird, wobei der Strahlungspegel mit den Messbedingungen für Lasereinrichtungen der Klasse 2M gemessen wird (siehe [IEC 60825-1](#))

ANMERKUNG Wenn der anzuwendende Grenzwert für Gefährdungsgrad 2M größer als der Grenzwert für den Gefährdungsgrad 3R ist, aber kleiner als der Grenzwert für den Gefährdungsgrad 3B, dann wird der Gefährdungsgrad 2M vergeben.

3.9

Gefährdungsgrad 3R

Gefährdungsgrad 3R gilt für jede zugängliche Stelle eines LWLKS, an der unter vernünftigerweise vorhersehbaren Umständen keine zugängliche Strahlung über den Grenzwerten der zugänglichen Strahlung für Laser der Klasse 3R für die zutreffende Wellenlänge und Bestrahlungsdauer auftreten wird

ANMERKUNG Wenn der anzuwendende Grenzwert für Gefährdungsgrad 1M oder 2M größer als der Grenzwert für den Gefährdungsgrad 3R ist, aber kleiner als der Grenzwert für den Gefährdungsgrad 3B, dann wird der Gefährdungsgrad 1M oder 2M vergeben.

3.10

Gefährdungsgrad 3B

Gefährdungsgrad 3B gilt für jede zugängliche Stelle eines LWLKS, an der unter vernünftigerweise vorhersehbaren Umständen keine zugängliche Strahlung über den Grenzwerten der zugänglichen Strahlung für Laser der Klasse 3B für die zutreffende Wellenlänge und Bestrahlungsdauer auftreten wird

3.11

Gefährdungsgrad 4

Gefährdungsgrad 4 gilt für jede zugängliche Stelle eines LWLKS, an der unter vernünftigerweise vorhersehbaren Umständen zugängliche Strahlung über den Grenzwerten der zugänglichen Strahlung für Laser der Klasse 3B für die zutreffende Wellenlänge und Bestrahlungsdauer auftreten könnte

ANMERKUNG Diese Norm ist auf den Betrieb und die Wartung von LWLKS anwendbar. Um ein angemessenes Maß an Sicherheit für Personen zu gewährleisten, die mit dem optischen Übertragungspfad in Berührung kommen könnten, ist der Gefährdungsgrad 4 in dieser Norm nicht erlaubt. Es ist aber zulässig, Schutzsysteme zu verwenden, zum Beispiel automatische Leistungsverringerung, um den erforderlichen Gefährdungsgrad zu erzielen, wobei die übertragene Leistung unter normalen Betriebsbedingungen (das heißt ohne Fehler auf der Lichtwellenleiterstrecke) die für einen bestimmten Standort zulässige Leistung überschreitet. Zum Beispiel ist ein Gefährdungsgrad 1 für zugängliche Teile eines LWLKS möglich, obwohl die unter normalen Betriebsbedingungen im Lichtwellenleiter übertragene Leistung Klasse 4 ist.

3.12

installierende Organisation

Organisation oder Einzelperson, die für die Installation eines LWLKS verantwortlich ist

3.13

Standort mit kontrolliertem Zugang; kontrollierter Standort

zugänglicher Ort, bei dem der Zugang durch konstruktive oder organisatorische Maßnahmen verhindert wird, außer für befugte Personen mit einer ausreichenden Lasersicherheitsunterweisung

ANMERKUNG Siehe Beispiele in [D.2.1 a\)](#).

3.14

Standort mit eingeschränktem Zugang; eingeschränkter Standort

zugänglicher Ort, bei dem der Zugang für die Öffentlichkeit durch organisatorische oder konstruktive Maßnahmen normalerweise verhindert wird, bei dem aber Zugang durch befugte Personen möglich ist, die möglicherweise nicht in Lasersicherheit unterwiesen sind

ANMERKUNG Siehe Beispiele in [D.2.1 b\)](#).

3.15

Standort mit uneingeschränktem Zugang; uneingeschränkter Standort

zugänglicher Ort ohne Maßnahmen zur Beschränkung des öffentlichen Zugangs

ANMERKUNG Siehe Beispiele in [D.2.1 c\)](#).

3.16

Hersteller

Organisation oder Einzelperson, die optische Bauelemente und andere Bauteile zusammenfügt, um ein LWLKS zu bauen oder zu verändern

3.17

betreibende Organisation

Organisation bzw. Einzelperson, die für den Betrieb eines LWLKS verantwortlich ist

3.18

Lichtwellenleiter-Kommunikationssystem (LWLKS)

fertig konstruierte, durchgehende Anlage zur Erzeugung, Übertragung und zum Empfang von optischer Strahlung aus Lasern, LED oder optischen Verstärkern, in der die Übertragung durch Lichtwellenleiter für Kommunikations- und/oder Steuerungszwecke geschieht

3.19

vernünftigerweise vorhersehbares Ereignis

Ereignis, dessen Auftreten unter bestimmten Voraussetzungen ziemlich sicher vorhergesagt werden kann und dessen Eintrittswahrscheinlichkeit oder -häufigkeit nicht niedrig oder sehr niedrig ist

ANMERKUNG Beispiele für vernünftigerweise vorhersehbare Ereignisse könnten einschließen: Bruch des Lichtwellenleiters, Öffnen des Steckverbinders, Irrtum oder Nichtbeachten der Sicherheitsrichtlinien durch den Betreiber.

Rücksichtsloser Umgang oder Verwendung für völlig ungeeignete Zwecke gehören nicht zu den vernünftigerweise vorhersehbaren Ereignissen.

3.20

Instandsetzungs-Organisation

Organisation oder eine Person, die für die Instandsetzung eines LWLKS verantwortlich ist

3.21

Baugruppe

Jede(s) einzelne Einheit, Untergruppe, Netzwerkelement oder Modul eines LWLKS, das einen optischen Sender oder einen optischen Verstärker enthält

4 Anforderungen

4.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt legt die Einschränkungen für LWLKS und für Standorttypen, an denen diese Systeme arbeiten, entsprechend den Gefährdungen fest, die von optischer Strahlung herrühren, die aufgrund eines vernünftigerweise vorhersehbaren Ereignisses zugänglich wird. Bei allen Änderungen am LWLKS muss die für die Änderung verantwortliche Organisation ermitteln, ob die Änderung den Gefährdungsgrad verändern könnte. Wenn der Gefährdungsgrad verändert ist, muss die verantwortliche Organisation die Aufkleber an den zugänglichen Standorten des Systems ändern, um eine ununterbrochene Erfüllung dieser Norm zu gewährleisten.

Jede zugängliche Stelle innerhalb eines LWLKS muss getrennt untersucht werden, um den Gefährdungsgrad an dieser Stelle festzulegen. Falls es mehrere Kommunikationssysteme an einem Standort gibt, muss der Gefährdungsgrad dieses Standorts gleich dem höchsten aller dieser Systeme sein. Abhängig vom festgestellten Gefährdungsgrad sind geeignete Maßnahmen zu ergreifen, um die Einhaltung dieser Norm sicherzustellen. Diese Maßnahmen können beispielsweise Zugangsbeschränkungen zu diesem Standort, Einbau von Sicherheitsmerkmalen oder Neukonstruktion des optischen Kommunikationssystems beinhalten, um den Gefährdungsgrad zu reduzieren.

Zur Erfüllung dieser Norm müssen Hersteller von aktiven Bauteilen und Baugruppen, die nicht ein LWLKS darstellen, nur die entsprechenden Teile von Abschnitt 4 einhalten.

LWLKS, die außerdem elektrische Leistung übertragen, müssen die Anforderungen dieser Norm zusätzlich zu jeder anwendbaren elektrischen Norm erfüllen.

ANMERKUNG Bei der Feststellung des Gefährdungsgrads müssen zwei Eigenschaften berücksichtigt werden.

1) Wie groß ist die maximal zulässige Bestrahlung (MZB)? Der Bestrahlungspegel muss an der Stelle ermittelt werden, wo es vernünftigerweise vorhersehbar ist, dass eine Person Strahlung aus dem LWLKS ausgesetzt ist. Die vom ALV-System (falls vorhanden) benötigte Zeit muss bei der Bestimmung der MZB berücksichtigt werden. Falls das System nicht über eine ALV verfügt, dann wird die Erfüllung der Anforderungen aus 2 dieser Anmerkung automatisch und ohne weitere Untersuchungen oder Prüfungen als Erfüllung der Anforderungen aus 1 dieser Anmerkung angesehen. Anforderungen sind in 4.8.2 beschrieben.

2) Wie groß ist die höchste zulässige Leistung, mit der das LWLKS arbeiten kann, nachdem ein vernünftigerweise vorhersehbares Ereignis (zum Beispiel ein Lichtwellenleiterbruch) zugängliche Strahlung freigesetzt hat? Nach einer Aktivierung des ALV-Systems könnte diese Maximalleistung niedriger als die normale Betriebsleistung sein. Anforderungen sind in 4.8.1 beschrieben.

4.2 Schutzgehäuse für LWLKS

Alle LWLKS müssen ein Schutzgehäuse haben, das im installierten Zustand unter normalen Betriebsbedingungen menschlichen Zugang zu Laserstrahlung über den Grenzwerten des Gefährdungsgrads 1 verhindert.

4.3 Lichtwellenleiterkabel

Wenn die mögliche Gefährdung an einer zugänglichen Stelle des LWLKS gleich den Gefährdungsgraden 1M, 2M, 3R oder 3B ist, dann muss das Lichtwellenleiterkabel mechanische Eigenschaften aufweisen, die dem physikalischen Standort entsprechen. Kabel für verschiedene physikalische Standorte sind in der IEC 60794-Reihe beschrieben. Wo nötig, kann zusätzlicher Schutz, zum Beispiel Führungen oder Kabelkanäle, an solchen Standorten erforderlich sein, wo der Lichtwellenleiter sonst möglicherweise beschädigt werden könnte.

4.4 Kabel-Steckverbinder

Die folgenden Anforderungen an Kabel-Steckverbinder können durch die mechanische Formgebung, durch die Positionierung des Steckverbinders oder durch andere geeignete Maßnahmen erfüllt werden. Was auch immer gewählt wird: Menschlicher Zugang zu Strahlung oberhalb der für Steckverbinder an dem betreffenden Standort zulässigen Strahlung muss verhindert werden.

ANMERKUNG Die Benutzung eines Werkzeugs ist ein Beispiel für eine mechanische Lösung.

4.4.1 Uneingeschränkte Standorte

An uneingeschränkten Standorten müssen geeignete Maßnahmen den Zugang zu Strahlung aus dem Steckverbinder verhindern, wenn die Strahlung den Grenzwert zugänglicher Strahlung von

- Gefährdungsgrad 2 im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm oder
- Gefährdungsgrad 1 in allen anderen Fällen

überschreitet.

ANMERKUNG An einem uneingeschränkten Standort sind höchstens zulässig: Gefährdungsgrad 2M im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm und Gefährdungsgrad 1M in allen anderen Fällen (siehe 4.9.1).

4.4.2 Eingeschränkte Standorte

An eingeschränkten Standorten müssen geeignete Maßnahmen den Zugang zu Strahlung aus dem Steckverbinder verhindern, wenn die Strahlung den Grenzwert zugänglicher Strahlung von

- Gefährdungsgrad 2M im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm oder
- Gefährdungsgrad 1M in allen anderen Fällen

überschreitet.

ANMERKUNG An einem eingeschränkten Standort sind höchstens zulässig: Gefährdungsgrade 1M, 2M oder 3R, was immer höher ist (siehe 4.9.2).

4.4.3 Kontrollierte Standorte

An kontrollierten Standorten müssen geeignete Maßnahmen den Zugang zu Strahlung aus dem Steckverbinder verhindern, wenn die Strahlung den Grenzwert zugänglicher Strahlung von

- Gefährdungsgrad 2M im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm oder
- Gefährdungsgrad 1M in allen anderen Fällen

überschreitet.

ANMERKUNG An einem kontrollierten Standort ist höchstens der Gefährdungsgrad 3B zulässig (siehe 4.9.3).

4.5 Automatische Leistungsverringerung (ALV) und Neustart-Impulse

Falls die Anlage eine automatische Leistungsverringerung (ALV) benutzt, um den festgelegten Gefährdungsgrad zu verringern, dann muss ein Neustart unter Einschränkungen erfolgen, die in den folgenden drei Szenarios beschrieben sind. Außerdem muss die ALV eine angemessene Zuverlässigkeit haben (siehe Anmerkung 1).

ANMERKUNG 1 Beispiele zur Berechnung der Zuverlässigkeit von ALV-Systemen sind in D.5 beschrieben.

ANMERKUNG 2 Der in den folgenden Szenarios beschriebene zeitliche Ablauf eines Neustarts ist wellenlängenabhängig, wie in IEC 60825-1 beschrieben.

4.5.1 Automatischer Neustart

Im Fall, dass der Neustart automatisch erfolgt, müssen der zeitliche Ablauf und die Leistung des Neustart-Prozesses so eingeschränkt werden, dass der Gefährungsgrad jeder zugänglichen Stelle des Systems nicht überschritten wird.

4.5.2 Manueller Neustart mit abgesicherter Kontinuität

Im Fall, dass der Neustart manuell ausgelöst wird und die Kontinuität des Übertragungspfads durch organisatorische oder andere Maßnahmen abgesichert ist, gibt es keine Einschränkungen bezüglich des zeitlichen Ablaufs und der Leistung des Neustart-Prozesses (siehe Anmerkung 3). In den Herstelleranweisungen muss festgelegt sein, dass die organisatorischen (oder anderen) Maßnahmen berücksichtigen müssen, dass der Gefährungsgrad jeder zugänglichen Stelle während des Neustarts überschritten werden kann.

ANMERKUNG Da in diesem Fall der zeitliche Ablauf und die Leistung des Neustart-Prozesses nicht eingeschränkt sind, müssen die organisatorischen oder anderen Maßnahmen jedes möglicherweise erhöhte Risiko durch neue Gefährdungen berücksichtigen (zum Beispiel Feuer). Es ist wichtig, dass diese zusätzlichen Maßnahmen in den entsprechenden Instandsetzungsanweisungen dokumentiert werden.

4.5.3 Manueller Neustart ohne abgesicherte Kontinuität

Im Fall, dass der Neustart manuell ausgelöst wird und die Kontinuität des Übertragungspfads nicht gewährleistet ist, müssen der zeitliche Ablauf und die Leistung des Neustart-Prozesses so eingeschränkt werden, dass der für jede zugängliche Stelle des Systems festgelegte Gefährungsgrad nicht überschritten wird.

4.5.4 Deaktivierung der ALV

Falls der manuell ausgelöste Neustart die ALV zeitweilig außer Kraft setzt, muss das System melden, dass die ALV für die Dauer des Neustarts nicht funktioniert, so dass die betreibende Organisation geeignete Vorsichtsmaßnahmen ergreifen kann. Wenn diese Bedingungen nicht erfüllt sind, muss der Gefährungsgrad auf der Basis des Leistungspegels vor der ALV festgelegt werden.

Eine Abschaltung der ALV-Funktion ist im Fall von übertragenen Leistungen der Klassen 3B und 4 nicht zulässig, wenn nicht alle der folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- 1) Diese Abschaltung ist nur in seltenen Fällen bei der System-Installation und bei der Instandsetzung nötig;
- 2) diese Abschaltung kann nur mit Software-Befehlen oder einem Schlüsselsystem mit manueller Verriegelung ausgelöst werden;
- 3) falls die Abschaltung mit Software-Befehlen ausgelöst wird, muss die Software ein Sicherheitssystem beinhalten, das unbeabsichtigtes Ausschalten des ALV-Mechanismus verhindert;
- 4) diese Software beinhaltet ein Warnsignal, dass die ALV bei Fortführung des Verfahrens abgeschaltet wird;
- 5) ein kontinuierlicher Betrieb des Nachrichten übertragenden LWLKS muss durch geeignete Konstruktionsmaßnahmen verhindert werden, wenn die ALV abgeschaltet ist;
- 6) in der Dokumentation sind geeignete Anweisungen zum sicheren Gebrauch der Anlage bei abgeschalteter ALV enthalten.

ANMERKUNG 1 Nach dieser Norm ist es nicht zulässig, dass ein durchgehendes LWLKS in Betrieb geht, wenn zugängliche Stellen in diesem System den Gefährungsgrad 4 besitzen, außer wenn das ausdrücklich anders angegeben ist. Wenn die übertragene Leistung eines Senders, Verstärkers usw. der Klasse 4 entspricht und die ALV abgeschaltet wurde, dann würde das dazu führen, dass zugängliche Stellen mit dem Gefährungsgrad 4 betrieben werden. Es wird aber anerkannt, dass es notwendig sein kann, die ALV unter bestimmten Bedingungen abzuschalten. Diese Bedingungen müssen jedoch sorgfältig überwacht und zeitlich begrenzt werden, so dass die Wahrscheinlichkeit einer Bestrahlung mit Strahlung der Klasse 4 sehr niedrig ist.

ANMERKUNG 2 Ein Beispiel für eine „geeignete Konstruktionsmaßnahme“ aus Bedingung 5) ist ein Überwachungssystem, das die ALV automatisch so bald wie möglich wieder einschaltet, und zwar nach einer Zeitspanne, die genügend lang ist, um die Aufgabe zu beenden, die ursprünglich zur Abschaltung der ALV geführt hatte.

4.6 Aufkleber und Kennzeichnungen

4.6.1 Allgemeine Anforderungen

Entsprechend den Anforderungen dieses Abschnitts sind jede optische Steckverbindung, jedes Spleißgehäuse oder alle anderen Teile, die beim Öffnen Strahlung emittieren, zu kennzeichnen (zum Beispiel mit einem Aufkleber, einer Hülse, einem Anhänger, einem Klebeband usw.), wenn der Gefährdungsgrad an dieser Stelle über dem des Gefährdungsgrades 1 liegt. Die Information muss aus dem Inhalt der [Tabellen 1, 2 oder 3](#) bestehen, je nachdem, was zutrifft.

Dort, wo an den Trennstellen die zugängliche Strahlung Gefährdungsgrad 1 oder Gefährdungsgrad 1M ist, darf die obige Information in den Benutzerinformationen enthalten sein, anstatt als Kennzeichnung auf dem Gerät.

A1

Die Kennzeichnungen müssen schwarz auf gelbem Untergrund sein. Schilder, die in der Dokumentation des Herstellers oder der Betreiberorganisation nachgebildet sind, dürfen schwarz auf weißem Untergrund sein.

Es ist zulässig, die Kennzeichnungen zu verkleinern, vorausgesetzt, das Ergebnis ist lesbar. Bei Baugruppen, die Laser und optische Verstärker enthalten, ist es die Aufgabe des Herstellers dieser Baugruppe, solche Aufkleber bereitzustellen. Für alle anderen Aufkleber ist die betreibende Organisation verantwortlich.

Außer in den unten angeführten Fällen sind jede optische Steckverbindung, jedes Spleißgehäuse oder alle anderen Teile, bei denen beim Öffnen Zugang zu optischer Strahlung beabsichtigt ist, entsprechend den [Tabellen 1, 2 oder 3](#) zu kennzeichnen, je nachdem, was zutrifft (zum Beispiel mit einem Aufkleber, einer Hülse, einem Anhänger, einem Klebeband usw.).

Zusätzlich zur von diesem Teil 2 geforderten Kennzeichnung kann es erforderlich sein, bestimmte Baugruppen wegen ihres unabhängigen Einsatzes entsprechend [Teil 1](#) zu kennzeichnen. In solchen Fällen bleibt es dem Hersteller des LWLKS überlassen, ob er eine durch [Teil 1](#) geforderte Kennzeichnung bereitstellt oder sie durch eine durch Teil 2 geforderte Kennzeichnung ersetzt.