

## 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- $\mu$ m-Einmoden-Lichtwellenleiter (SM) und Mehrmoden- Lichtwellenleiter (MM) mit numerischer Apertur von 0,18 (Kerndurchmesser < 150 $\mu$ m) .....	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

	Seite
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 Leistungsverringerung, um die Strahlung auf einen niedrigeren Gefährdungsgrad zu verringern.....	49