

DIN EN 60728-13
(VDE 0855-13)

DIN

**Unverkäufliches
Freiexemplar**

Diese Norm ist zugleich eine **VDE-Bestimmung** im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des von VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „Netz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.

VDE

Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet.

ICS 33.060.40

**Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste –
Teil 13: Optische Anlagen zur Übertragung von Rundfunksignalen
(IEC 60728-13:2010);
Deutsche Fassung EN 60728-13:2010**

Cable networks for television signals, sound signals and interactive services –
Part 13: Optical systems for broadcast signal transmissions
(IEC 60728-13:2010);
German version EN 60728-13:2010

Réseaux de distribution par câbles destinés aux signaux de télévision, de radiodiffusion sonore
et aux services interactifs –
Partie 13: Systèmes optiques pour transmission de signaux de radiodiffusions
(CEI 60728-13:2010);
Version allemande EN 60728-13:2010

Gesamtumfang 79 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2010-02-01 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2010-10-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 60728-13 (VDE 0855-13):2008-09.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 735 „Kabelnetze und Antennen für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 100 „Audio, video and multimedia systems and equipment“ erarbeitet.

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

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

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 60068 (alle Teile)	IEC 60068-1 (alle Teile)	DIN EN 60068 (alle Teile)	–
EN 60068-1:1994	IEC 60068-1:1988 + Cor.:1988 + A1:1992	DIN EN 60068-1:1995-03	–
–	IEC 60050-191	a)	–
a) „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: http://www.dke.de/dke-iev .			

Tabelle NA.1 (fortgesetzt)

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050-702	a)	–
–	IEC 60050-731	a)	–
EN 60617 (alle Teile)	IEC 60617 (alle Teile)	DIN EN 60617 (alle Teile)	–
EN 60728 (alle Teile)	IEC 60728 (alle Teile)	DIN EN 60728 (VDE 0855) (alle Teile)	VDE 0855 (alle Teile)
EN 60728-1:2008	IEC 60728-1:2007	DIN EN 60728-1 (VDE 0855-7):2008-11	VDE 0855-7
–	IEC 100/1338/NP IEC 60728-1-1	E DIN IEC 60728-1-1 (VDE 0855-7-1) (z. Z. Entwurf)	VDE 0855-7-1
EN 60728-1-2:2009	IEC 60728-1-2:2009	DIN EN 60728-1-2 (VDE 0855-7-2):2010-02	VDE 0855-7-2
EN 50083-2	IEC 60728-2	DIN EN 50083-2 (VDE 0855-200)	VDE 0855-200
FprEN 60728-3	100/1598/CDV IEC 60728-3	E DIN EN 60728-3 (VDE 0855-3) z. Z. Entwurf	VDE 0855-3
EN 60728-5	IEC 60728-5	DIN EN 60728-5 (VDE 0855-5)	VDE 0855-5
EN 60728-6:2003	IEC 60728-6:2003	DIN EN 60728-6 (VDE 0855-6):2004-04	VDE 0855-6
–	IEC/TR 60728-6-1:2006	–	–
EN 50083-10	IEC 60728-10	DIN EN 50083-10 (VDE 0855-10)	VDE 0855-10
EN Cor.:2006	–	DIN EN 50083-10 Berichtigung 1 (VDE 0855-10 Berichtigung 1)	VDE 0855-10 Berichtigung 1
CLC/TR 50083-10-1	–	DIN EN 50083-10 Bbl 1 (VDE 0855-10 Bbl 1)	VDE 0855-10 Bbl 1
EN 60728-11	IEC 60728-11	DIN EN 60728-11 (VDE 0855-1)	VDE 0855-1
EN 60825-1	IEC 60825-1	DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1)	VDE 0837-1
–	–	DIN EN 60825-1 Berichtigung 1 (VDE 0837-1 Berichtigung 1)	VDE 0837-1 Berichtigung 1
–	–	DIN EN 60825-1 Berichtigung 2 (VDE 0837-1 Berichtigung 2)	VDE 0837-1 Berichtigung 2
CLC/TR 50493	–	DIN EN 60825-1 Bbl 1 (VDE 0837-1 Bbl 1)	VDE 0837-1 Bbl 1
a) „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: http://www.dke.de/dke-iev .			

Tabelle NA.1 (fortgesetzt)

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60825-2 + A1 –	IEC 60825-2 + A1 –	DIN EN 60825-2 (VDE 0837-2) DIN EN 60825-2 Bbl 1 (VDE 0837-2 Bbl 1)	VDE 0837-2 VDE 0837-2 Bbl 1
EN 60825-12	IEC 60825-12	DIN EN 60825-12 (VDE 0837-12)	VDE 0837-12
–	IEC 60874-14-2	–	–
EN 60875-1	IEC 60875-1	DIN EN 60875-1	–
EN 61280-1-1	IEC 61280-1-1	DIN EN 61280-1-1	–
EN 61280-1-3	IEC 61280-1-3	DIN EN 61280-1-3	–
EN 61280-2-9	IEC 61280-2-9	DIN EN 61280-2-9	–
EN 61281-1	IEC 61281-1	DIN EN 61281-1	–
EN 61290-1-2	IEC 61290-1-2	DIN EN 61290-1-2	–
EN 61290-1-3	IEC 61290-1-3	DIN EN 61290-1-3	–
EN 61291-1:2006	IEC 61291-1:2006	DIN EN 61291-1:2007-06	–
–	IEC 61292-4	–	–
EN 61300-3-2	IEC 61300-3-2	DIN EN 61300-3-2	–
EN 61754-13	IEC 61754-13	DIN EN 61754-13	–
EN 61755-1	IEC 61755-1:2005	DIN EN 61755-1	–
–	IEC/TR 61930:1998	–	–
–	IEC/TR 61931:1998	–	–
EN 300019-1-4	–	DIN EN 300019-1-4	–
EN 302307	–	DIN EN 302307	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 50083-2 (VDE 0855-200), *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 2: Elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten*

DIN EN 50083-10 (VDE 0855-10), *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 10: Rückkanal-Systemanforderungen*

DIN EN 50083-10 Berichtigung 1 (VDE 0855-10 Berichtigung 1), *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 10: Rückkanal-Systemanforderungen; Berichtigungen zu DIN EN 50083-10 (VDE 0855-10):2002-09; CENELEC-Corrigendum April 2006 zu EN 50083-10:2002*

DIN EN 50083-10 Beiblatt 1 (VDE 0855-10 Beiblatt 1), *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 10-1: Leitfaden für die Einrichtung von Rückkanälen in Kabelnetzen*

DIN EN 60068 (alle Teile), *Umweltprüfungen*

DIN EN 60068-1:1995-03, *Umweltprüfungen – Teil 1: Allgemeines und Leitfaden (IEC 60068-1:1988 + Corrigendum 1988 + A1:1992); Deutsche Fassung EN 60068-1:1994*

DIN EN 60617 (alle Teile), *Graphische Symbole für Schaltungsunterlagen*

DIN EN 60728 (VDE 0855) (alle Teile), *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste*

DIN EN 60728-1 (VDE 0855-7):2008-11, *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 1: Systemanforderungen in Vorwärtsrichtung (IEC 60728-1:2007); Deutsche Fassung EN 60728-1:2008*

DIN EN 60728-1-2 (VDE 0855-7-2):2010-02, *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 1-2: Leistungsanforderungen an Signale der Teilnehmeranschlussdose im realen Betrieb (IEC 60728-1-2:2009); Deutsche Fassung EN 60728-1-2:2009*

DIN EN 60728-3 (VDE 0855-3) (z. Z. Entwurf), *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 3: Aktive Breitbandgeräte für koaxiale Kabelnetze*

DIN EN 60728-5 (VDE 0855-5), *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 5: Geräte für Kopfstellen*

DIN EN 60728-6 (VDE 0855-6):2004-04, *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 6: Optische Geräte (IEC 60728-6:2003); Deutsche Fassung EN 60728-6:2003*

DIN EN 60728-11 (VDE 0855-1), *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 11: Sicherheitsanforderungen*

DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1), *Sicherheit von Lasereinrichtungen – Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen*

DIN EN 60825-1 Berichtigung 1 (VDE 0837-1 Berichtigung 1), *Sicherheit von Lasereinrichtungen – Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen, Berichtigung zu DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1):2008-05*

DIN EN 60825-1 Berichtigung 2 (VDE 0837-1 Berichtigung 2), *Sicherheit von Lasereinrichtungen – Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen, Berichtigung zu DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1):2008-05*

DIN EN 60825-1 Beiblatt 1 (VDE 0837-1 Beiblatt 1), *Nationaler Wortlaut der Hinweisschilder für Laserstrahlung*

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

DIN EN 60825-2 Beiblatt 1 (VDE 0837-2 Beiblatt 1), *Sicherheit von Laser-Einrichtungen – Teil 2: Sicherheit von Lichtwellenleiter-Kommunikationssystemen (LWLKS) – Beiblatt 1: Auslegungsblatt 1*

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

DIN EN 60875-1, *Lichtwellenleiter-Verzweiger (wellenlängenunabhängig) – Teil 1: Fachgrundspezifikation*

DIN EN 61280-1-1, *Lichtwellenleiter-Kommunikationsuntersysteme – Grundlegende Prüfverfahren – Teil 1-1: Prüfverfahren für allgemeine Kommunikationsuntersysteme – Messung der Senderausgangsleistung für Einmoden-LWL-Kabel*

DIN EN 61280-1-3, *Lichtwellenleiter-Kommunikationsuntersysteme – Grundlegende Prüfverfahren – Teil 1-3: Prüfverfahren für allgemeine Kommunikationsuntersysteme – Messung von Mittelwellenlänge und Spektralbreite*



DIN EN 60728-13 (VDE 0855-13):2010-10

DIN EN 61280-2-9, *Prüfverfahren für Lichtwellenleiter-Kommunikationsuntersysteme – Teil 2-9: Digitale Systeme – Messung des optischen Signal-Rausch-Verhältnisses für dichte Wellenlängen-Multiplex-Systeme*

DIN EN 61281-1, *Lichtwellenleiter-Kommunikationsuntersysteme – Teil 1: Fachgrundspezifikation*

DIN EN 61290-1-2, *Prüfverfahren für Lichtwellenleiter-Verstärker – Teil 1-2: Optische Leistungs- und Verstärkerparameter – Verfahren mit elektrischem Spektralanalysator*

DIN EN 61290-1-3, *Prüfverfahren für Lichtwellenleiter-Verstärker – Teil 1-3: Optische Leistungs- und Verstärkerparameter – Verfahren mit optischem Leistungsmessgerät*

DIN EN 61291-1:2007-06, *Lichtwellenleiter-Verstärker – Teil 1: Fachgrundspezifikation (IEC 61291-1:2006); Deutsche Fassung EN 61291-1:2006*

DIN EN 61300-3-2, *Lichtwellenleiter – Verbindungselemente und passive Bauteile – Grundlegende Prüf- und Messverfahren – Teil 3-2: Untersuchungen und Messungen – Polarisationsabhängiger Verlust in Einmoden-Lichtwellenleiter-Bauteilen*

DIN EN 61754-13, *Steckgesichter von Lichtwellenleiter-Steckverbindern – Teil 13: Bauart FC-PC-Steckverbinderfamilie*

DIN EN 61755-1, *Optische Schnittstellen von Lichtwellenleiter-Steckverbindern – Teil 1: Optische Schnittstellen von nicht-dispersionsverschobenen Einmodenfasern – Allgemeines und Leitfaden*

DIN EN 300019-1-4, *Geräte-Entwicklung – Umweltbedingungen und Umweltprüfungen für Telekommunikationsanlagen – Teil 1-4: Klassen von Umweltbedingungen – Ortsfester Einsatz, nicht wettergeschützt (Anerkennung der Englischen Fassung EN 300019-1-4 V2.1.1 als Deutsche Norm)*

DIN EN 302307, *Digitaler Fernsehrundfunk (DVB) – Rahmenstruktur der zweiten Generation, Kanalcodierung und Modulationssysteme für Rundfunk, interaktive Dienste, Satelliten-Berichterstattung und andere Breitbandanwendungen für Satellit (DVB-S2) (Anerkennung der Englischen Fassung EN 302307 V1.2.1 als Deutsche Norm)*

DIN IEC 60728-1-1 (VDE 0855-7-1) (z. Z. Entwurf), *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 1-1: Zweiwege-HF-Wohnungsvernetzung*

Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste –
Teil 13: Optische Anlagen zur Übertragung von Rundfunksignalen
(IEC 60728-13:2010)

Cable networks for television signals, sound
signals and interactive services –
Part 13: Optical systems for broadcast signal
transmissions
(IEC 60728-13:2010)

Réseaux de distribution par câbles destinés aux
signaux de télévision, de radiodiffusion sonore
et aux services interactifs –
Partie 13: Systèmes optiques pour transmission
de signaux de radiodiffusions
(CEI 60728-13:2010)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2010-02-01 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, Kroatien, 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: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2010 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60728-13:2010 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 100/1623/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 60728-13, ausgearbeitet von dem IEC/TC 100 „Audio, video and multimedia systems and equipment“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2010-02-01 als EN 60728-13 angenommen.

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

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): 2010-11-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2013-02-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60728-13:2010 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

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

IEC 60068 (alle Teile)	ANMERKUNG Harmonisiert in der Reihe EN 60068 (nicht modifiziert).
IEC 60728-1-2	ANMERKUNG Harmonisiert als EN 60728-1-2:2009 (nicht modifiziert).
IEC 60728-3	ANMERKUNG Harmonisiert als EN 60728-3.
IEC 60728-5	ANMERKUNG Harmonisiert als EN 60728-5.
IEC 60728-10	ANMERKUNG Harmonisiert als EN 60728-10.
IEC 60728-11	ANMERKUNG Harmonisiert als EN 60728-11.
IEC 60875-1	ANMERKUNG Harmonisiert als EN 60875-1.
IEC 61280-1-1	ANMERKUNG Harmonisiert als EN 61280-1-1.
IEC 61280-1-3	ANMERKUNG Harmonisiert als EN 61280-1-3.
IEC 61280-2-9	ANMERKUNG Harmonisiert als EN 61280-2-9.
IEC 61281-1	ANMERKUNG Harmonisiert als EN 61281-1.
IEC 61290-1-2	ANMERKUNG Harmonisiert als EN 61290-1-2.
IEC 61290-1-3	ANMERKUNG Harmonisiert als EN 61290-1-3.
IEC 61300-3-2	ANMERKUNG Harmonisiert als EN 61300-3-2.
IEC 61754-13	ANMERKUNG Harmonisiert als EN 61754-13.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe und Abkürzungen	9
3.1 Begriffe	9
3.2 Symbole	15
3.3 Abkürzungen	16
4 Optisches Systemreferenzmodell	18
5 Vorbereitung der Messungen	21
5.1 Umgebungsbedingungen	21
5.2 Genauigkeit der Messgeräte	22
5.3 Stromversorgung	22
6 Messverfahren	22
6.1 Prüfpunkte und Prüfobjekte	22
6.2 Optische Leistung	24
6.3 Trägerpegel und Träger-Rausch-Verhältnis	25
6.4 Träger-Rausch-Verhältnis des optischen Signals	27
6.5 Optischer Modulationsindex (<i>OMI</i>)	33
6.6 Übersprechen (<i>CCR</i>)	33
7 Festlegungen für die optische Anlage zur Übertragung von Rundfunksignalen	35
7.1 Analoges und digitales Rundfunkübertragungssystem mit optischem Kabelnetz	35
7.2 Internationale Fernsehsysteme	36
7.3 Zusammenhang zwischen <i>RIN</i> und <i>C/N</i>	38
7.4 Optische Wellenlänge	39
7.5 Frequenz der Signalquelle	39
7.6 Festlegungen für die optische Anlage zur Übertragung des Rundfunksignals	39
7.7 Festlegung des Träger-Rausch-Verhältnisses (<i>C/N</i>) für Kabelnetze in Gebäuden	40
7.8 Übersprechen durch Nichtlinearitäten der optischen Faser	42
7.9 Pegel der Einzelfrequenzstörungen durch Nichtlinearitäten der optischen Faser	43
7.10 Umgebungsbedingungen	43
Anhang A (informativ) Reale Anlagen und Auslegungsbetrachtungen	44
A.1 Mehrkanalanlage	44
A.1.1 Allgemeines	44
A.1.2 Betriebsbedingungen	45
A.1.3 Umgebungsbedingungen	45
A.2 Anlagen mit Retransmissionsbetrieb	46
A.2.1 Allgemeines	46

	Seite
A.2.2 Betriebsbedingungen	46
A.2.3 Umgebungsbedingungen	47
A.4 Referenzmodell für die Anlage	48
A.5 Hinweise für den praktischen Betrieb	57
A.5.1 Optimaler Betrieb	57
A.5.2 Festzulegende Schlüsselwerte	57
Anhang B (informativ) Übersicht optischer Anlagen	59
B.1 Topologie optischer Anlagen	59
B.1.1 Einzel- und Doppelsternsystem	59
B.1.2 SS-System	60
B.1.3 ADS-System	61
B.1.4 PON-System	61
Anhang C (informativ) Beeinträchtigungen optischer Systeme	63
C.1 Einflussgrößen für Systembeeinträchtigungen	63
C.2 Beeinträchtigungen durch Nichtlinearitäten	64
C.2.1 Einflussgrößen auf Beeinträchtigungen	64
C.2.2 Brillouin-Streuung (<i>SBS</i>)	64
C.2.3 Stimulierte Raman-Streuung (<i>SRS</i>)	64
C.2.4 Selbstphasenmodulation (<i>SPM</i>)	68
C.2.5 Kreuzphasenmodulation (<i>XPM</i>)	68
Anhang D (normativ) Messung der zur <i>RIN</i> -Berechnung benötigten Parameter (<i>R</i> , <i>I_{d0}</i> , <i>I_{eq}</i> und <i>G</i>)	69
D.1 Messung der Empfindlichkeit <i>R</i>	69
D.2 Messung des Dunkelstroms <i>I_{d0}</i>	69
D.3 Messung der äquivalenten Rauschstromdichte <i>I_{eq}</i>	69
D.4 Messung der Verstärkung <i>G</i>	70
Literaturhinweise	71
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	73
Bild 1 – Optisches Systemreferenzmodell für die Einfaserlösung	19
Bild 2 – Optisches Systemreferenzmodell für die Einfaserlösung	19
Bild 3 – Beispiel eines PON-Triplexers	20
Bild 4 – Prüfpunkte zur Festlegung der Leistungsdaten einer optischen Anlage	20
Bild 5 – Typisches optisches Videoverteilnetz	23
Bild 6 – Messung der optischen Leistung mit einem WDM-Richtkoppler	24
Bild 7 – Messung der optischen Leistung mit einem Wellenlängen-Filter	24
Bild 8 – Messaufbau für die Messung des Träger-Rausch-Verhältnis	26
Bild 9 – Prüfpunkte im optischen Kabelfernsehtz	28
Bild 10 – Aufbau für die <i>RIN</i> -Messung	28
Bild 11 – Zuordnung der Leistungskennwerte und Prüfpunkte	34

Bild 12 – Festlegung des Träger-Rausch-Verhältnisses (45 dB) für Kabelnetze in Gebäuden (elektrisches Signal).....	35
Bild 13 – Festlegung des Träger-Rausch-Verhältnisses ($C/N = 45$ dB) für Kabelnetze in Gebäuden (angegeben für elektrische Signale)	41
Bild 14 – Festlegung des Träger-Rausch-Verhältnisses C/N für Kabelnetze in Gebäuden (angegeben für optische Signale).....	42
Bild A.1 – Beispiel einer Mehrkanalanlage für 1 Million Teilnehmer	44
Bild A.2 – Beispiel einer Mehrkanalanlage für 2 000 Teilnehmer	45
Bild A.3 – Beispiel einer Anlage mit Retransmissionsbetrieb für 72 Teilnehmer	46
Bild A.4 – Beispiel einer Anlage mit Retransmissionsbetrieb für 144 Teilnehmer	46
Bild A.5 – Beispiel 1 zur Berechnung der Leistungsdaten	50
Bild A.6 – Beispiel 2 zur Berechnung der Leistungsdaten	51
Bild A.7 – Beispiel 3 zur Berechnung der Leistungsdaten	52
Bild A.8 – Beispiel 4 zur Berechnung der Leistungsdaten	53
Bild A.9 – Beispiel 5 zur Berechnung der Leistungsdaten	54
Bild A.10 – Beispiel 6 zur Berechnung der Leistungsdaten	55
Bild A.11 – Beispiel 7 zur Berechnung der Leistungsdaten	56
Bild B.1 – Topologie optischer Systeme	59
Bild B.2 – Struktur von Netzen	60
Bild B.3 – Beispiel für ein SS-System	60
Bild B.4 – Beispiel für ein ADS-System.....	61
Bild B.5 – Beispiel für ein PON-System	61
Bild C.1 – Reflexionsmodell	63
Bild C.2 – Einflussgrößen zur Beeinträchtigung optischer Anlagen	64
Bild C.3 – Modell der <i>SBS</i> -Erzeugung	64
Bild C.4 – Übersprechen zweier Wellenlängen.....	66
Bild C.5 – <i>SRS</i> -Simulation (OLT-Übertragungsleistung in Abhängigkeit des D/U)	66
Bild C.6 – <i>SRS</i> -Simulation (Länge der optischen Faser in Abhängigkeit des D/U)	67
Bild C.7 – Frequenzabhängigkeit der ersten <i>SRS-D/U</i> -Spitze von der Faserlänge.....	67
Bild C.8 – Spektrum GE-PON-Anlage im Leerlaufbetrieb (IEEE 802.3ah 1 000 Base PX) (62,5 MHz = 1 250 MBit/s bei 20 Bit)	68
Bild D.1 – Messung der Verstärkung	70
Tabelle 1 – Pegel der HF-Signale	12
Tabelle 2 – Messgeräte.....	21
Tabelle 3 – Prüfpunkte und Messwerte.....	23
Tabelle 4 – Zur Berechnung des Träger-Rausch-Verhältnis C/N verwendete Parameter.....	32
Tabelle 5 – Mindestanforderungen an das C/N	36
Tabelle 6 – Mindestanforderungen an das HF-Signal-Rausch-Verhältnis.....	36
Tabelle 7 – Betriebsarten der Rundfunkdienste.....	38
Tabelle 8 – Betriebsarten und RIN -Werte	38

	Seite
Tabelle 9 – Festlegungen für die optische Anlage	39
Tabelle 10 – Festlegung des Träger-Rausch-Verhältnisses für Kabelnetze in Gebäuden	40
Tabelle 11 – Störpegel durch Nichtlinearitäten der optischen Faser	43
Tabelle 12 – Umgebungsbedingungen	43
Tabelle A.1 – Betriebsbedingungen einer Mehrkanalanlage	45
Tabelle A.2 – Betriebsbedingungen einer Anlage mit Retransmissionsbetrieb	46
Tabelle A.3 – Grundlegende Anlagenwerte für Mehrkanalanlagen und Anlagen mit Retransmissionsbetrieb	48

Einleitung

Die Normen der Reihe IEC 60728 behandeln Kabelnetze einschließlich der Geräte und der zugehörigen Messverfahren für Kopfstellenempfang, Aufbereitung und Verteilung von Fernseh- und Tonsignalen und ihren zugehörigen Datensignalen und für Aufbereitung, Übergabe und Übertragung aller Arten von Signalen für interaktive Dienste unter Nutzung aller anwendbaren Übertragungsmedien.

Mit eingeschlossen sind

- Kabelfernsehnetze (CATV-Netze) ¹⁾;
- Gemeinschaftsantennen-Netze (MATV-Netze); und
Satelliten-Gemeinschaftsantennen-Netze (SMATV-Netze);
- Einzelempfangsnetze;

und jede Art von Geräten, Systemen und Installationen, die in solchen Netzen installiert sind.

Der Umfang dieser Normungsarbeit reicht von den Antennen und/oder speziellen Eingängen von Signalquellen in die Kopfstelle oder von anderen Schnittstellen zum Netz bis hin zum Eingang des Teilnehmerendgeräts.

Die Normung jeglicher Teilnehmerendgeräte (d. h. Tuner, Empfänger, Decoder, Multimedia-Endgeräte usw.) als auch jeglicher Koaxialkabel, symmetrischer Kabel und Lichtwellenleiter-Kabel und deren Armaturen ist ausgeschlossen.

¹⁾ Dieser Begriff umfasst auch HFC-Netze, die heute genutzt werden, um Telekommunikationsdienste, Sprache, Daten, Audio und Video anzubieten, und zwar als Rundfunk- und als Indivudaldienste.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 60728 gilt für optische Anlagen zur Übertragung von Rundfunksignalen, bestehend aus Kopfstellengeräten, optischen Übertragungswegen, hausinterner Verkabelung und einer Teilnehmeranschlussdose. Das System ist vor allem für analog und/oder digital übertragene Fernseh- und Tonsignale vorgesehen. Diese Norm legt die grundlegenden Anlagenparameter und Messverfahren für optische Verteilnetze mit einer Teilnehmeranschlussdose zur Bestimmung der Anlagenleistung und ihrer Grenzwerte fest.

In diesem Teil der IEC 60728 wird die Anlagenspezifikation des FTTH-Netzes (en: fibre to the home; Lichtwellenleiter bis zur Teilnehmerwohnung) zur Rundfunksignalübertragung festgelegt. Diese Norm kann auch auf die Rundfunksignalübertragung mittels Telekommunikationsnetz angewandt werden, falls dieses die optischen Anforderungen nach dieser Norm erfüllt. Diese Norm legt die HF-Signalübertragung für Rundfunk- und Individualdienste (eingeschränktes Verbreitungsgebiet für Rundfunksignale) über FTTH fest und führt als Bitübertragungsschicht das passive optische Netzsystem (xPON-System) ein. Detaillierte Festlegungen zur Bitübertragungsschicht gehören nicht zum Anwendungsbereich dieser Norm. Dieser beschränkt sich auf die HF-Signalübertragung mittels FTTH und schließt dabei Internetprotokollübertragungsverfahren (IP) wie Internetgruppenübertragung (en: IP Multicast) und damit zusammenhängende Protokolle aus. Einige der Störmechanismen zwischen Telekommunikationssystem und Rundfunksystem werden in Abschnitt 7 dieser Norm behandelt. Anhang D enthält hierzu weitere Ausführungen. Anhang A beschreibt reale Anlagen mit Auslegungsbetrachtungen nach dieser Norm. Anhang B gibt eine Übersicht der für die Übertragung von Rundfunksignalen anwendbaren optischen Systeme.

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 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60728-1:2007, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 1: System performance of forward paths*

IEC 60728-6:2003, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 6: Optical equipment*

IEC/TR 60728-6-1:2006, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 6-1: System guidelines for analogue optical transmission systems*

IEC 60825-1, *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements*

IEC 60825-2, *Safety of laser products – Part 2: Safety of optical fibre communication systems (OFCS)*

IEC 60825-12, *Safety of laser products – Part 12: Safety of free space optical communication systems used for transmission of information*

IEC 61291-1:2006, *Optical amplifiers – Part 1: Generic specification*

IEC 61755-1:2005, *Fibre optic connector optical interfaces – Part 1: Optical interfaces for single mode non-dispersion shifted fibres – General and guidance*

IEC/TR 61930:1998, *Fibre optic graphical symbology*

IEC/TR 61931:1998, *Fibre optic – Terminology*

ITU-T Recommendation G.692, *Optical interfaces for multichannel systems with optical amplifiers*

ITU-T Recommendation G.694.2, *Spectral grids for WDM applications – CWDM wavelength grid*

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1.1

optische Sendeeinheit

optischer Sender

ein Sendegerät für den Anschluss von Lichtwellenleitern mit einem Eingangsanschluss für ein elektrisches Signal, das an seinem Ausgangsanschluss einen mit dem Eingangssignal modulierten optischen Träger zur Verfügung stellt

[IEC/TR 61931, Begriff 2.9.6]

ANMERKUNG 1 Für die Anwendung in dieser Norm können optische Sender mehr als einen Eingangsanschluss für elektrische HF-Signale besitzen.

ANMERKUNG 2 Dieses Gerät verstärkt das elektrische Frequenzmultiplexsignal und setzt dieses Signal in ein optisches Signal um. Die optische Wellenlänge liegt im 1 500-nm-Band ($1\,550\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$, im Bereich von 1 530 nm bis 1 625 nm).

3.1.2

optische Empfangseinheit

optischer Empfänger

ein Empfangsgerät für den Anschluss von Lichtwellenleitern mit einem Eingangsanschluss für einen modulierten optischen Träger, das an seinem Ausgangsanschluss das entsprechend demodulierte elektrische Signal (mit dem zugehörigen Takt bei digitalen Signalen) zur Verfügung stellt

[IEC/TR 61931, Begriff 2.9.7]

ANMERKUNG Für die Anwendung in dieser Norm können optische Empfänger mehr als einen Ausgangsanschluss für elektrische HF-Signale besitzen.

3.1.3

optischer Verstärker

ein Gerät für optische Wellen mit einem geeigneten gepumpten aktiven Medium, das zur Verstärkung eines Lichtsignals geeignet ist

[IEC/TR 61931, Begriff 2.7.75]

ANMERKUNG 1 In dieser Norm wird der Erbium-dotierte Faserverstärker (EDFA; en: Erbium Doped Fibre Amplifier) für die Verstärkung im 1 550-nm-Band verwendet.

ANMERKUNG 2 Es gibt mehrere Verfahren, die zur Verstärkung die Wellenlänge verwenden. Der Begriff „Erbium-dotierter Faserverstärker (EDFA)“ wird in dieser Norm als Synonym für den optischen Verstärker verwendet.

3.1.4

Lichtwellenleiter-Verteiler

(Lichtwellenleiter-)Koppler

Verteiler

ein Gerät für optische Wellen mit drei oder mehr optischen Anschlüssen, das die optische Leistung unter Beibehaltung der Wellenlänge oder der Wellenlängen ohne Veränderung dieser auf vorherbestimmte Art auf die Anschlüsse verteilt

ANMERKUNG Die Anschlüsse können mit Lichtwellenleitern, Signalquellen, Detektoren usw. verbunden sein.

[IEC/TR 61931, Begriff 2.6.21, modifiziert]

3.1.5

Multiplexer **Wellenlängenmultiplexer** **WDM-Gerät**

ein von der Wellenlänge abhängiger Verteiler (wird in WDM-Übertragungssystemen verwendet), der optische Signale in Abhängigkeit von deren Wellenlänge zwischen zwei vorherbestimmten Eingängen übertragen kann

[IEC/TR 61931, Begriff 2.6.51]

3.1.6

optischer Modulationsgrad **optischer Modulationsindex** **OMI**

der optische Modulationsgrad m_k des k -ten HF-Trägers ist definiert als:

$$m_k = \frac{\Phi_h - \Phi_l}{\Phi_h + \Phi_l}$$

Der gesamte optische Modulationsgrad M ist definiert als:

$$M = \sqrt{\sum_{k=1}^K m_k^2}$$

Dabei ist

Φ_h der höchste; und

Φ_l der kleinste Augenblickswert der optischen Leistung eines intensitätsmodulierten optischen Signals;

K die Gesamtzahl der HF-Träger; und

M der gesamte optische Modulationsgrad.

ANMERKUNG Diese Größe wird überwiegend in analogen Systemen verwendet.

[IEC 60728-6, Begriff 3.1.10, modifiziert]

3.1.7

Rauschzahl

NF

Abnahme des Signal-Rausch-Verhältnisses (SNR) am Ausgang eines optischen Detektors mit Einheitsquantenwirkungsgrad aufgrund der Ausbreitung eines Schrotrausch-limitierten Signals durch den optischen Verstärker, angegeben in dB

[IEC 61291-1, Begriff 3.2.28]

ANMERKUNG Die Rauschzahl eines optischen Verstärkers hängt von der verwendeten optischen Eingangsleistung und Wellenlänge ab.

3.1.8

relatives Intensitätsrauschen

RIN

Verhältnis des mittleren Quadrats der Intensitätsschwankungen der optischen Leistung einer Lichtquelle zum Quadrat der mittleren optischen Ausgangsleistung

ANMERKUNG 1 Das RIN wird üblicherweise in $\text{dB}(\text{Hz}^{-1})$ mit sich hieraus ergebenden negativen Werten ausgedrückt.

[IEC 60728-6, Begriff 3.1.12, modifiziert]

ANMERKUNG 2 Der Wert für das *RIN* kann aus Ergebnissen von Messungen des Träger-Rausch-Verhältnisses einer Anlage berechnet werden.

3.1.9

Empfindlichkeit

Quotient aus elektrischer Ausgangsgröße und optischer Eingangsgröße eines optischen Empfängers bei einer vorgegebenen Wellenlänge

ANMERKUNG 1 Die Empfindlichkeit wird im Allgemeinen ausgedrückt in Ampere je Watt oder in Volt je Watt einfallender Strahlungsleistung.

ANMERKUNG 2 Manchmal wird der Begriff „Empfindlichkeitsschwelle“ (en: sensitivity) als ungenaues Synonym für Empfindlichkeit benutzt.

ANMERKUNG 3 Der Bereich der Wellenlänge um eine vorgegebene Wellenlänge kann angegeben werden.

[IEC 60728-6, Begriff 3.1.15]

3.1.10

Wellenlänge

die von der Periode der Wellenfront einer harmonischen ebenen Welle abgedeckte Entfernung

ANMERKUNG Die Wellenlänge λ von Licht in Vakuum ist definiert durch:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Dabei ist

c die Lichtgeschwindigkeit in Vakuum ($c = 2,997\,92 \times 10^8$ m/s);

f die Lichtfrequenz.

Obwohl die Wellenlänge in dielektrischen Werkstoffen wie Glasfasern kürzer als in Vakuum ist, wird nur die Lichtwellenlänge in Vakuum verwendet

[IEC 60728-6, Begriff 3.1.17, modifiziert]

3.1.11

mittlere Wellenlänge

der Mittelwert aus den Wellenlängen, bei denen die Amplitude einer Lichtquelle den halben Wert der maximalen Amplitude erreicht oder das letzte Mal auf diesen Wert abfällt

[IEC 60728-6, Begriff 3.1.26]

3.1.12

Restseitenbandsignal

RSB-Signal

Seitenbandsignal, in dem nur die Teilschwingungen erhalten werden, die zu den unteren Frequenzen des modulierenden Signals gehören, während die anderen Teilschwingungen stark unterdrückt werden

ANMERKUNG Bei terrestrischer Rundfunkübertragung und in Kabelfernsehnetzen werden Restseitenbandsignale übertragen.

[IEV 702-06-28, modifiziert]

3.1.13

Quadratur-Amplitudenmodulation

QAM-Signal

QAM

Amplitudenmodulation durch zwei getrennte Signale zweier sinusförmiger Träger, die dieselbe Amplitude und Frequenz haben, aber in Quadratur zueinander sind, wobei die modulierten Signale addiert und in einem gemeinsamen Kanal übertragen werden

[IEV 702-06-63, modifiziert]

3.1.14

orthogonales Frequenzmultiplex-Signal

OFDM-Signal

Multiplexübertragungsverfahren mit orthogonalem Frequenzmultiplex, das zur Übertragung von SDTV- und HDTV-Signalen für den terrestrischen digitalen Rundfunk verwendet wird

ANMERKUNG OFDM (en: orthogonal frequency division multiplex) basiert auf dem Modell des Frequenzmultiplex, bei dem jeder Frequenzkanal mit einem einfacherem Verfahren moduliert wird. Dabei werden Frequenzen und Modulation orthogonal zueinander angeordnet. Dies vermindert die Störungen zwischen den Kanälen.

3.1.15

HF-Signalpegel

Pegel eines HF-Signals, definiert nach Tabelle 1; die Angabe erfolgt in μV oder $\text{dB}(\mu\text{V})$ oder in $\text{dB}(\text{mW})$

3.1.16

amplitudenmoduliertes Restseitenbandsignal

AM-RSB

Signalpegel des Bildträgers als Spitzenwert C_{rms} in $\text{dB}(\mu\text{V})$ des Bildträgers (Effektivwert) aus der Modulationshüllkurve, gemessen mit einem Abschlusswiderstand von $75\ \Omega$ oder bezogen auf $75\ \Omega$

ANMERKUNG In negativ modulierten Systemen entspricht dies der Trägeramplitude während des Synchronisationspulses und in positiv modulierten Systemen dem Pegel des Spitzenweiß ohne Farbsignal nach ITU-R-Recommendation BT.470, Bild 1.

3.1.17

FM-Rundfunk- oder FM-Tonträger eines Fernsehsignals

Pegel eines FM-Rundfunk- oder FM-Tonträgers eines Fernsehsignals als Effektivwert des Trägersignals in $\text{dB}(\mu\text{V})$, gemessen mit einem Abschlusswiderstand von $75\ \Omega$ oder bezogen auf $75\ \Omega$

3.1.18

digital modulierte Signale

Pegel $S_{\text{D,RF}}$ eines digital modulierten Signals in $\text{dB}(\text{mW})$ oder $\text{dB}(\mu\text{V})$ als Effektivwert (Leistung) des Signals in der Kanalbandbreite, bezogen auf $75\ \Omega$

ANMERKUNG Der Pegel eines OFDM-Signals ist die mittlere elektrische Leistung des aus mehreren Trägern bestehenden Gesamtsignals und ist nicht ein einzelner Trägerpegel der mehreren Träger.

Tabelle 1 – Pegel der HF-Signale

Signal		Pegeldetektion	Symbol	Bemerkungen
Analoges Fernsehsignal	AM-RSB-Bildträger	Spitzenwert	C_{rms}	Effektivwert des Spitzenwerts vom Träger
	FM-Tonträger	Effektivwert	C_{rms}	Trägerpegel ist ein konstanter Wert
QAM-Signal		Effektivwert	$S_{\text{D,RF}}$	Der Wert wird im Vergleich zur Periode des zur Modulation verwendeten Signals mit der niedrigsten Frequenz über einen ausreichend langen Zeitabschnitt gemittelt.
OFDM-Signal		Effektivwert		

3.1.19

Träger-Rausch-Verhältnis

C/N

Signal-Rausch-Verhältnis

$S_{D,RF}/N$

Verhältnisse, definiert durch:

$$C/N = C_{rms} - N_{rms} \quad (\text{analoge Signale})$$

$$S_{D,RF}/N = S_{D,RF} - N \quad (\text{digitale Signale})$$

dabei ergibt sich der Störsignalpegel N_{rms} aus dem auf 75Ω bezogenen Effektivwert in dB(mW) oder dB(μ V) des Störsignals der äquivalenten Rauschbandbreite des HF-Kanals

ANMERKUNG Der Pegel des analog modulierten Trägersignals oder des digital modulierten HF-Signals und der Störsignalpegel müssen in denselben Einheiten dargestellt werden, in dB(μ V) oder dB(mW); gemessen mit einem Abschlusswiderstand von 75Ω oder bezogen auf 75Ω .

3.1.20

D/U-Verhältnis

Verhältnis des Nutzsignalpegels D in dB(μ V) zum Störsignalpegel U in dB(μ V)

ANMERKUNG Das D/U-Verhältnis wird im Allgemeinen für Mehrfachfrequenzstörungen als CSO und CTB verwendet, bei Einzelfrequenzstörungen als CCR.

3.1.21

Einzel- oder Mehrfrequenzstörung

Verhältnis von Nutzsignalpegel zu Störsignalpegel, zusätzlich zu C/N -Verhältnis, $S_{D,RF}/N$ -Verhältnis und Mehrfachfrequenzstörung-Videosignal-Verhältnis

ANMERKUNG 1 Das Verhältnis des Nutzsignalpegels D in dB(μ V) zum Störsignalpegel U in dB(μ V) ergibt sich aus:

$$D/U = D - U \quad \text{in dB}$$

ANMERKUNG 2 Nutzsignalpegel und Störsignalpegel können auch in dB(mW) angegeben werden.

3.1.22

optisches Leitungsendgerät

OLT

(en: optical line terminal)

zentrales Bürogerät, das mit der optischen Netzwerkeinheit (ONU) im Kundengebäude verbunden ist

ANMERKUNG Üblicherweise ist das OLT mit der Kopfstelle verbunden.

3.1.23

optische Netzwerkeinheit

ONU

(en: optical network unit)

mit dem OLT verbundenes Endgerät

3.1.24

Video-optische Netzwerkeinheit

V-ONU

(en: Video-Optical Network Unit)

Endgerät, das das optische Signal eines Rundfunkübertragungssystems in ein elektrisches Signal umsetzt.

ANMERKUNG Der Begriff V-ONU wird in dieser Norm als Synonym für den optischen Empfänger O/E verwendet.

3.1.25

angeregte Brillouin-Streuung

SBS

(en: Stimulated Brillouin Scattering)

nichtlineare Streuung optischer Strahlung, gekennzeichnet durch einen Frequenzversatz wie bei der Raman-Streuung, die aber von einer niedrigeren (akustischen) Schwingung des mittleren Gitters begleitet wird. Unter Bezug auf die einfallende Strahlung wird das Licht rückgestreut.

[IEC/TR 61931, Begriff 2.1.88]

ANMERKUNG 1 In Quarz-Lichtwellenleitern beträgt der Frequenzversatz ungefähr 10 GHz.

ANMERKUNG 2 Die *SBS* bewirkt einen optischen Pegelverlust und beeinflusst die Leistungsdaten analoger optischer Systeme.

ANMERKUNG 3 Der Frequenzversatz wird als Frequenzverringern (hin zu größeren Wellenlängen) charakterisiert, ausgelöst durch akustische Schwingungen im GHz-Bereich (Frequenzverringern beträgt 10 GHz bis 11 GHz in einer Verstärkungsbandbreite von 20 MHz).

3.1.26

Selbstphasenmodulation

SPM

Erhöhung der Brechzahl in Lichtleitfasern, ausgelöst durch in die Faser eingestrahlte hohe optische Leistungen

ANMERKUNG 1 Modulierte optische Signale bewirken eine Modulation der Brechzahl, die wiederum die Phase des optischen Signals zeitabhängig macht. Die nichtlineare Phasenmodulation ist selbst erzeugt und wird deshalb als Selbstphasenmodulation bezeichnet.

ANMERKUNG 2 Die *SPM* beeinflusst die Verzerrungseigenschaften der analogen optischen Übertragung.

3.1.27

stimulierte Raman-Streuung

SRS

nichtlineare Streuung der optischen Strahlung, gekennzeichnet durch einen Versatz in der Wellenlänge, einhergehend mit einer sehr hochfrequenten Vibration des Kristallgitters; wird stark durch bereits vorhandene Streustrahlung verstärkt

[IEC/TR 61931, Begriff 2.1.87]

ANMERKUNG 1 In Siliziumfasern beträgt der Versatz der Wellenlänge typisch 100 nm bei Anregung mit einer Strahlung der Wellenlänge von ungefähr 1 550 nm.

ANMERKUNG 2 Stimulierte Raman-Streuung kann sowohl in Vorwärts- als auch in Rückwärtsrichtung auftreten. Sie kann Übersprechen zwischen optischen Signalen unterschiedlicher Wellenlängen bewirken.

ANMERKUNG 3 Die Frequenzverringern beträgt ungefähr 13 THz und einer Verstärkungsbandbreite von ungefähr 20 GHz.

3.1.28

Kreuzphasenmodulation

XPM

(en: Cross-Phase Modulation)

resultiert aus dem nichtlinearen Brechungsindex des Faserwerkstoffs

ANMERKUNG 1 Der Effekt hängt ab vom Abstand der Wellenlängen im optischen Übertragungssystem. Je weiter zwei Wellenlängen voneinander entfernt sind, desto mehr nimmt das *XPM* ab. Bei WDM-Systemen mit Wellenlängen von 1 490 nm (Nachrichtensignal) und 1 550 nm (Rundfunksignal) ist das *XPM* gegen über *SRS* vernachlässigbar klein.

ANMERKUNG 2 *XPM* beeinflusst die Leistungsdaten von Wellenlängenmultiplexverfahren (WDM).

3.1.29

Rayleigh-Streuung

Streuung von Licht in einem Medium aufgrund von Inhomogenitäten in der Materialdichte oder Materialzusammensetzung, welche in Bezug auf die Wellenlänge klein sind

ANMERKUNG Die gestreute Leistung ist umgekehrt proportional zur vierten Potenz der Wellenlänge.

[IEV 731-03-37] und [IEC/TR 61931, Begriff 2.1.76]

3.1.30

Übersprechen

Träger-Übersprech-Verhältnis

CCR

Pegelunterschied vom CATV-Rundfunksignal und dem Übersprechsignal einer Einzelfrequenz anderer Dienste im ungünstigsten Fall, gemessen am HF-Ausgang des optischen Empfängers für CATV-Rundfunkdienste

$$CCR = D_{\text{CATV}} - U_{\text{anderer Dienst}}$$

Dabei ist

D_{CATV} der Nennpegel des CATV-Rundfunksignals in dB(μV) am HF-Ausgang des optischen Empfängers für CATV-Rundfunkdienste;

$U_{\text{anderer Dienst}}$ das Übersprechsignal einer Einzelfrequenz anderer Dienste im ungünstigsten Fall, gemessen am HF-Ausgang des optischen Empfängers für CATV-Rundfunkdienste in dB(μV). Der Wert von $U_{\text{anderer Dienst}}$ geht hauptsächlich auf die Raman-Streuung zurück.

CCR wird in dB angegeben.

3.2 Symbole

In den Bildern dieser Norm werden folgende grafische Symbole verwendet. Diese Symbole werden entweder in IEC 60617 aufgelistet oder gehen auf die in IEC 60617 festgelegten Symbole zurück.



optischer Sender,
basierend auf
IEC 60617-S01231
(2001-07)



optischer Verstärker
[IEC 60617-S00127 und
IEC 60617-S01239
(2001-07)]



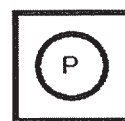
Glasfaser
[IEC 60617-S01318
(2001-07)]



einstellbarer Abschwächer
[IEC 60617-S01245,
modifiziert (2001-07)]



optischer Empfänger,
basierend auf
IEC 60617-S00213
(2001-07)



Leistungsmessgerät
[IEC 60617-S00059,
IEC 60617-S00910
(2001-07)]



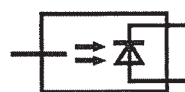
elektrischer Spektrum-
analysator,
basierend auf
IEC 60617-S00059
und IEC 60617-S00910
(2001-07)



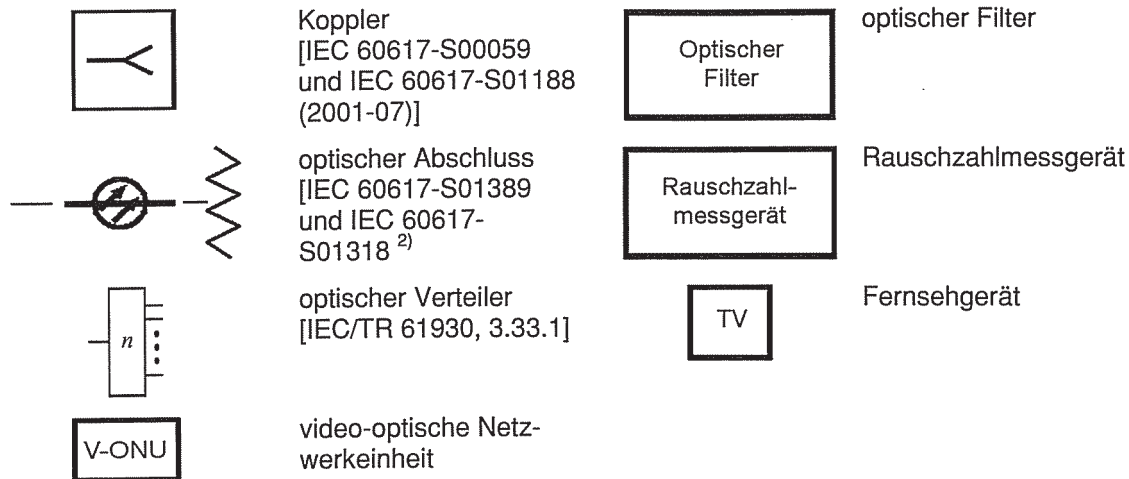
Verstärker
[IEC 60617-S01239,
modifiziert (2001-07)]



Strommessgerät,
basierend auf
IEC 60617-S00059
und IEC 60617-S00910
(2001-07)



Photodiode mit Glasfaserende
[IEC 60617-S01327
(2001-07)]



3.3 Abkürzungen

ADS	Active Double Star	aktiver Doppelstern
AGC	Automatic Gain Control	automatische Verstärkungsregelung
AM	Amplitude Modulation	Amplitudenmodulation
AM-VSB	Amplitude Modulation-Vestigial Side Band	amplitudenmoduliertes Restseitenbandsignal
APC	Angled Physical Contact optical connector	optischer Steckverbinder mit abgewinkelter Kontaktfläche
APSK	Amplitude and Phase Shift Keying	kombinierte Amplituden- und Phasenumtastung
ATM	Asynchronous Transfer Mode	asynchroner Übertragungsbetrieb
BCH	Bose-Chaudhuri-Hocquenghem multiple error correction binary block code	Bose-Chaudhuri-Hocquenghem-Code, zyklisch fehlerkorrigierender Code
BER	Bit Error Rate	Bitfehlerrate
C/N	Carrier-to-Noise ratio	Träger-Rausch-Verhältnis
CATV	Community Antenna Television (network)	Kabelfernsehtnetz, Großgemeinschafts-antennenanlage
CCR	Carrier-to-Crosstalk ratio	Träger-Übersprechverhältnis
COFDM	Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex	codierter orthogonaler Frequenzmultiplex
CPE	Customer Premises Equipment	Teilnehmerendgerät
CSO	Composite Second Order	Signalanteil zweite Oberwelle
CTB	Composite Triple Beat	Signalanteil dritte Oberwelle
CW	Continuous Wave	Dauerstrich(signal)
CWDM	Coarse Wavelength Division Multiplex	Wellenlängenmultiplex mit großem Kanalabstand
D/U	Desired to Undesired signal ratio	Verhältnis Nutz-/Störsignalpegel
DQPSK	Differential Quaternary Phase Shift Keying	differentielle Quadratur-Phasenumtastung
DS	Down Stream or Double Star	Abwärtssignal oder Doppelstern

²⁾ IEC 60617-S01318 ist nur zur Information, überholt seit 1996-05.

DSF	Dispersion Shifted Fiber	dispersionsoptimierte Faser
DVB-S	Digital Video Broadcasting baseline system for digital Satellite television	digitaler Fernseh Rundfunk – Basissystem für digitales Satellitenfernsehen
DVB-S2	Digital Video Broadcasting baseline system for digital Satellite television second generation	digitaler Fernseh Rundfunk – Basissystem für digitales Satellitenfernsehen, 2. Generation
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing	Wellenlängenmultiplex mit hoher Kanaldichte
E/O	Optical transmitter (Electrical to Optical transducer)	optischer Sender (elektro-optischer Umsetzer)
EDFA	Erbium-Doped Fibre Amplifier	Erbium-dotierter Faserverstärker
FM	Frequency Modulation	Frequenzmodulation
FTTB	Fibre To The Building	Lichtwellenleiter bis zum Gebäude
FTTH	Fibre To The Home	Lichtwellenleiter bis zur Teilnehmerwohnung
H/E	Headend	Kopfstelle
HDTV	High Definition Television	hochauflösendes Fernsehen
HF	High Frequency (Radio Frequency)	Hochfrequenz
HFC	Hybrid Fibre Coaxial	hybrides Faser-Koaxial(-System)
IEEE	Institut of Electrotechnical and Electronics Engineers	Verband der Elektrotechnik- und Elektronikingenieure
IP	Internet Protocol	Internetprotokoll
ISDB-T	Terrestrial Integrated Services Digital Broadcasting	terrestrischer digitaler Fernseh Rundfunk (Japan)
ITU-T	International Telecommunication Union – Telecommunication sector	Internationale Fernmeldeunion – Bereich Telekommunikation
LD	Laser Diode	Laser-Diode
LDPC	Low-Density Parity Check (codes)	Low-Density-Parity-Check-Code, linearer Block-code zur Fehlerkorrektur
MC	Media Converter	Medienkonverter
MDU	Multiple Dwelling Unit	Mehrfachwohneinheit
<i>MER</i>	Modulation Error Ratio	Modulationsfehlerrate
<i>NF</i>	Noise Figure	Rauschzahl
NTSC	National Television Systems Committee	nationales Komitee für die US-amerikanische Farbfernsehnorm
O/E	Optical Receiver (Optical to Electrical transducer)	optischer Empfänger (optisch-elektrischer Umsetzer)
OFCS	Optical Fibre Communication System	Lichtwellenleiter-Kommunikationssystem (LWLKS)
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplex	orthogonaler Frequenzmultiplex
OLT	Optical Line Terminal	optisches Leitungsendgerät
<i>OMI</i>	Optical Modulation Index	optischer Modulationsindex
ONU	Optical Network Unit	optische Netzwerkeinheit
PAL	Phase Alternation Line	Verfahren für analoge Farbfernsehübertragung

PC	Personal Computer	Arbeitsplatzrechner
PD	Photo Diode	Photodiode
PDS	Passive Double Star	passiver Doppelstern
<i>PER</i>	Packet Error Ratio	Paketfehlerrate
PON	Passive Optical Network	passives optisches Netzwerk
PSK	Phase Shift Keying	Phasenumtastung
QAM	Quadrature Amplitude Modulation	Quadratur-Amplitudenmodulation
QPSK	Quaternary Phase Shift Keying	Quadratur-Phasenumtastung
<i>RBW</i>	Resolution Bandwidth	Auflösungsbandbreite
<i>RIN</i>	Relative Intensity Noise	relatives Intensitätsrauschen
RSB	Vestigal Side Band	Restseitenband
S/N	Signal-to-Noise ratio	Signal-Rausch-Verhältnis
<i>SBS</i>	Stimulated Brillouin Scattering	angeregte Brillouin-Streuung
SDTV	Standard Definition Television	Fernsehen in üblicher Auflösung
SDU	Single Dwelling Unit	Einzelwohneinheit, Einfamilienhaus
SECAM	séquentiel couleur à mémoire	Secam-(Farbfernseh-)System
SMF	Single Mode Fibre	Monomodefaser
SNR	Signal-to-Noise Ratio	Signal-Rausch-Verhältnis
SPC	Super Physical Contact optical connector	optischer Steckverbinder mit Super-Kontaktfläche
<i>SPM</i>	Self-Phase Modulation	Selbstphasenmodulation
<i>SRS</i>	Stimulated Raman Scattering	stimulierte Raman-Streuung
SS	Single Star	Einzelstern
STB	Set Top Box	Set-Top-Box, Beistellgerät
STM	Synchronous Transfer Mode	synchroner Übertragungsbetrieb
SW	Switch	Schalter
TV	Television	Fernsehen
US	Up Stream	Aufwärtssignal
V-ONU	Video Optical Network Unit	video-optische Netzwerkeinheit
WDM	Wavelength Division Multiplexing	Wellenlängenmultiplex
<i>XPM</i>	Cross-Phase Modulation	Kreuzphasenmodulation

4 Optisches Systemreferenzmodell

Bild 1 und Bild 2 zeigen das Referenzmodell für das optische System zur Übertragung von Rundfunksignalen. Obwohl die Anzahl der optischen Verstärker und optischen Verteiler von der Skalierung der optischen Anlage abhängt oder von der anzuschließenden Teilnehmeranzahl, folgt die grundlegende Netzkonfiguration dem Systemreferenzmodell. Außerdem sind die optischen Betriebspegel im System relativ hoch, und deswegen muss auf die Sicherheit des Menschen in Übereinstimmung mit IEC 60825-1, IEC 60825-2 und IEC 60825-12 geachtet werden.

Generell gibt es zwei Lösungen zur Konstruktion einer optischen Übertragungsanlage: Einfaser- und Zweifaserlösungen. Die Einfaserlösung ist unter Verwendung kosteneffizienter Wellenlängenmultiplexverfahren (WDM) zum Einsatz sowohl für Rundfunk- als auch für Telekommunikationsdienste geeignet. Dabei müssen