

DIN EN 61281-1



ICS 33.180.01

Entwurf

Einsprüche bis 2016-07-06
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 61281-1:2000-01

**Lichtwellenleiter-Kommunikationsuntersysteme –
Teil 1: Fachgrundspezifikation
(IEC 86C/1363/CD:2015)**

Fibre optic communication subsystems –
Part 1: Generic specification
(IEC 86C/1363/CD:2015)

Sous-systèmes de télécommunications par fibres optiques –
Partie 1: Spécification générique
(IEC 86C/1363/CD:2015)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2016-05-06 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 78 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	4
1 Anwendungsbereich.....	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Kurzzeichen und Akronyme	18
4.1 Kurzzeichen.....	18
4.2 Akronyme	18
5 Kennwerte von Untersystemen	19
5.1 Allgemeines	19
5.2 Digitale LWL-Untersysteme.....	22
5.2.1 Allgemeine Beschreibung.....	22
5.2.2 Kennwerte digitaler Untersysteme	22
5.2.3 Kennwerte digitaler Sender	23
5.2.4 Kennwerte digitaler Empfänger.....	25
5.2.5 Kennwerte digitaler Regeneratoren.....	26
5.3 Analoge LWL-Untersysteme	27
5.3.1 Allgemeine Beschreibung.....	27
5.3.2 Kennwerte analoger Untersysteme	27
5.3.3 Kennwerte analoger Sender.....	28
5.3.4 Kennwerte analoger Empfänger.....	29
5.3.5 Kennwerte analoger Leistungsverstärker	30
5.4 LWL-Übertragungsstrecken	30
5.4.1 Allgemeine Beschreibung.....	30
5.4.2 Kennwerte von LWL-Kabelanlagen.....	31
5.4.3 Kennwerte von LWL-Kabelabschnitten	31
5.4.4 Kennwerte von LWL-Spleißen und LWL-Steckverbindern.....	31
5.4.5 Kennwerte optischer Bauelemente	31
5.4.6 Kennwerte optischer Verstärker.....	32
Anhang A (informativ) Klassifikationsschema der Dokumente für IEC 61280, IEC TR 61282, IEC 62614 und IEC 61290	34
Literaturhinweise.....	37
Bilder	
Bild 1 – Einfachstes LWL-Grundsystem	20
Bild 2 – Komplexeres LWL-Grundsystem.....	21
Bild 3 – LWL-Untersystem aus miteinander verbundenen BFOS	21
Bild 4 – BFOS mit Endeinrichtungen mit Mehrfachanschlüssen	22
Tabellen	
Tabelle 1 – Kennwerte digitaler Untersysteme.....	23

	Seite
Tabelle 2 – Kennwerte digitaler Sender	24
Tabelle 3 – Kennwerte digitaler Empfänger	25
Tabelle 4 – Kennwerte digitaler Regeneratoren.....	26
Tabelle 5 – Kennwerte analoger Untersysteme	27
Tabelle 6 – Kennwerte analoger Sender	28
Tabelle 7 – Kennwerte analoger Empfänger.....	29
Tabelle 8 – Kennwerte analoger Leitungsverstärker.....	30
Tabelle 9 – Kennwerte von LWL-Kabelanlagen	31
Tabelle 10 – Kennwerte optischer Bauelemente	32
Tabelle 11 – Kennwerte optischer Verstärker	33

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 86C/1363/CD:2015 „Fibre optic communication subsystems – Part 1: Generic specification“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom SC 86C „Fibre optic systems and active devices“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium UK 412.2 „Komponenten für Kommunikationskabelanlagen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnitsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

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

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO [und/oder] IEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 61281-1:2000-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) technische und redaktionelle Überarbeitung des gesamten Dokuments.

Lichtwellenleiter-Kommunikationsuntersysteme – Teil 1: Fachgrundspezifikation

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 61281-1 ist eine Fachgrundspezifikation für Lichtwellenleiter-Kommunikationsuntersysteme (FOCS).

Untersysteme werden in Familien eingeteilt, die eine gemeinsame Rahmenspezifikation haben. Jede Rahmenspezifikation wird durch Vordrucke für Bauartspezifikation sowie entsprechende Bauartspezifikationen für den spezifischen Einzeltyp des Untersystems oder spezifische Typen von Untersystemen ergänzt.

Die Parameter, die hier festgelegt werden, bilden eine festlegbare Mindestreihe von Spezifikationen, die für alle Lichtwellenleiter-Untersysteme gleich sind. Abhängig von der speziellen Anwendung und Verfahrenstechnik können zusätzliche Parameter erforderlich werden. Diese zusätzlichen Parameter werden, wie zutreffend, in der jeweiligen Rahmenspezifikation und/oder Bauartspezifikation festgelegt.

Jeder festgelegte Parameter darf mit einem der Prüfverfahren gemessen werden. Die Anwendung dieser Parameter für die Systemauslegung wird in Auslegungsrichtlinien angegeben.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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 60793-2, *Optical fibres – Part 2: Product specifications – General*

IEC 60794-1-1, *Optical fibre cables – Part 1-1: Generic specification – General*

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

IEC TR 61931, *Fibre optic – Terminology*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe für Funktion und Betriebsweise. Begriffe innerhalb einer Definition, die bereits in diesem Abschnitt definiert wurden, sind in kursiver Schreibweise angegeben.

3.1

aktives optisches Bauelement

optisches Bauelement mit einer Leistungsverstärkung

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele sind *aktive Verzweiger*, *optische Verstärker*, *optische Modulatoren*, *optische Regeneratoren* und *optische Leistungsverstärker*.

3.2

verstärkte spontane Emission

ASE

in einem aktiven Medium eines *optischen Verstärkers* durch Verstärkung spontan emittierter Photonen entstehende *optische Leistung*

[QUELLE: IEC TR 61931:1998, 2.7.87]

3.3**Dämpfung**

Verringerung der Leistung (angegeben in dB) zwischen den Endpunkten einer *LWL-Kabelanlage* oder eines *passiven optischen Bauelements*

3.4**optisches Dämpfungsglied**

passives optisches Bauelement, das beim Einfügen in den optischen Weg eine gesteuerte Signaldämpfung hervorruft

3.5**Bandbreite**

Differenz (angegeben in Hz) zwischen der höchsten und der niedrigsten Modulationsfrequenz, bei der der Betrag des Leistungsspektrums oder der komplexen Übertragungsfunktion die Hälfte des Betragsspitzenwerts ist

3.6**LWL-Grundsystem****BFOS**

serielle Kombination einer *Sende-Endeinrichtung*, einer *LWL-Übertragungsstrecke* und einer *Empfangs-Endeinrichtung*

3.7**Bitfehlerverhältnis****BER**

Anzahl der fehlerhaften Bits geteilt durch die Gesamtanzahl der Bits während einer festgelegten Zeiteinheit

3.8**Verzweiger****BD**

optisches Bauelement mit drei oder mehr optischen Anschlüssen

Anmerkung 1 zum Begriff: Verzweiger dürfen entweder passiv (PBD) oder aktiv (ABD) sein.

3.9**Träger-Rausch-Verhältnis****CNR**

Verhältnis (angegeben in dB) der Trägerleistung zur Rauschleistung in einem Kanal mit festgelegter *Bandbreite* vor einer beliebigen nichtlinearen Verarbeitung

3.10**Mittelwellenlänge**

Mittelwert der räumlich dichtesten *Halbleistungswellenlängen* eines optischen Spektrums, je eine oberhalb und eine unterhalb der *Zentralwellenlänge*

Anmerkung 1 zum Begriff: Weitere Spektralwellenlängen sind *Zentroidalwellenlänge*, *Halbleistungswellenlänge* und *Zentralwellenlänge*.

3.11**Zentroidalwellenlänge**

mittlere oder durchschnittliche Wellenlänge eines optischen Spektrums

Anmerkung 1 zum Begriff: Weitere Spektralwellenlängen sind *Mittelwellenlänge*, *Halbleistungswellenlänge* und *Zentralwellenlänge*.

3.12**Chirp**

Änderung der Wellenlänge oder der optischen Frequenz eines intensitätsmodulierten *Senders* als Funktion der Momentanintensität des modulierten Signals

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei der Übertragung von Chirp-Signalen durch einen Lichtwellenleiter wird die Wellenform des Signals durch *chromatische Dispersion* verzerrt. Dieser Vorgang kann zu einer sinkenden *Leistungsqualität* führen, die als Chirp-Einbuße bezeichnet wird.

3.13

optischer Kombinator

wellenlängenunabhängiger *Verzweiger*, bei dem die Anzahl der Eingangsanschlüsse die Anzahl der Ausgangsanschlüsse überschreitet

3.14

LWL-Steckverbinder

LWL-Bauteil für das optische Verbinden/Trennen von *LWL-Kabelabschnitten*, *optischen Bauelementen* und *Endeinrichtungen*

3.15

(chromatische) Dispersion

Änderungsgeschwindigkeit der Gruppenlaufzeit der Wellenlänge (üblicherweise angegeben in ps/nm) zwischen den Endpunkten der *LWL-Kabelanlage*

3.16

begrenzter Lichtstrom

Anteil der kumulativen Leistung zur Gesamtausgangsleistung als Funktion des radialen Abstands von der Mitte des Kerns einer Mehrmodenfaser

3.17

Umgebungsbedingungen

Bereich von Temperaturen, Luftfeuchte, Schwingungspegeln usw., in dem das *optische Bauelement* gelagert, betrieben oder versendet werden kann und dabei sämtliche seiner festgelegten Parameter beibehält

3.18

Extinktionsverhältnis

in einem digitalen Übertragungssystem das Verhältnis (angegeben in dB) des durchschnittlichen Leistungspegels von logisch „1“ zum durchschnittlichen Leistungspegel von logisch „0“

3.19

LWL-Kabelanlage

FOCP

serielle Kombination von *LWL-Kabelabschnitten*, *Steckverbindern* und *Spleißen*, die den optischen Weg zwischen zwei *Endeinrichtungen*, zwischen zwei *optischen Bauelementen* oder zwischen einer *Endeinrichtung* und einem *optischen Bauelement* bereitstellt

3.20

LWL-Kabelabschnitt

einzelnes (unverbundenes) LWL-Kabel

3.21

LWL-Kommunikationssystem

Anordnung von *LWL-Untersystemen* für die Informationsübertragung

3.22

LWL-Übertragungsstrecke

FOL

serielle Kombination einer *LWL-Kabelanlage* und von *optischen Bauelementen*, die den optischen Weg zwischen einer *Sende-Endeinrichtung* und einer *Empfangs-Endeinrichtung* bereitstellt

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine *LWL-Übertragungsstrecke* entspricht einem *LWL-Grunduntersystem* ohne *Sender* und *Empfänger*.

3.23**LWL-Untersystem**

Anordnung verbundener *LWL-Untersysteme*. Die Anordnung ist an festgelegte Schnittstellen innerhalb des LWL-Systems gebunden

3.24**Halbwertsbreite****FWHM**

positive Differenz der räumlich dichtesten *Halbleistungswellenlängen* eines optischen Spektrums, je eine oberhalb und eine unterhalb der *Zentralwellenlänge*

Anmerkung 1 zum Begriff: Weitere *Spektralbreiten* sind *N-dB-Randabfallsbreite* und *effektive Breite*.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die *Halbwertsbreite* ist bei $N = 3$ gleich der *N-dB-Randabfallsbreite*.

3.25**Halbleistungswellenlänge**

Wellenlänge, die dem halben Wert der Spitzenleistung des optischen Spektrums entspricht

Anmerkung 1 zum Begriff: Weitere *Spektralwellenlängen* sind *Mittelwellenlänge*, *Zentroidalwellenlänge* und *Zentralwellenlänge*.

3.26**Oberschwingungsverzerrung**

Verzerrung in einem System oder Wandler, die durch die Anwesenheit spektraler Anteile am Ausgang gekennzeichnet ist, die harmonisch mit den spektralen Anteilen des Eingangssignals in Beziehung stehen [1]¹⁾

3.27**Eingangsleistungsbereich**

Bereich der optischen Leistungspegel eines LWL-Verstärkers, in dem bei jeder Eingangssignalleistung des LWL-Verstärkers in diesem Bereich die entsprechende Ausgangssignalleistung innerhalb des festgelegten *Ausgangsleistungsbereichs* liegt, bei dem das Betriebsverhalten des LWL-Verstärkers sichergestellt ist

3.28**analoge Eingangssignalbandbreite**

Bandbreite am elektrischen Eingang des *Senders*

3.29**Intermodulationsverzerrung****IMD**

Verzerrung, die durch die Anwesenheit spektraler Anteile mit Frequenzen gekennzeichnet ist, die gleich den Summen und Differenzen von ganzzahligen Vielfachen von zwei oder mehr Teilfrequenzen des Eingangssignals sind [1]¹⁾

3.30**Intersymbolinterferenz****ISI**

Überlagerung von benachbarten Impulsen, die durch die begrenzten *Bandbreitenkennwerte* der *optischen Bauelemente* in einer *LWL-Übertragungsstrecke* hervorgerufen wird

3.31**Jitter**

zufällige oder dateninduzierte kurzzeitige nichtkumulative Abweichungen der Phasen oder der signifikanten Momente eines digitalen Signals von ihren idealen Zeitlagen bezogen auf ein Referenz(takt-)signal

Anmerkung 1 zum Begriff: In der Praxis umfasst „kurzzeitig“ sämtliche spektralen Anteile von 10 Hz und höher.

¹⁾ Zahlen in eckigen Klammern beziehen sich auf die Literaturhinweise.

Anmerkung 2 zum Begriff: *Jitter* werden als Absolutzeit oder als Bruchteil eines *Einheitsintervalls* angegeben.

3.32

Jitter-Toleranz

maximale *Jitter*-Amplitude, der ein digitaler Empfänger mit einer bestimmten Einbuße oder alternativ ohne Einfügen einer bestimmten Anzahl von Fehlern in das digitale Signal standhalten kann. Die maximal zulässige *Jitter*-Amplitude ist im Allgemeinen von der Frequenz des *Jitters* abhängig

3.33

Jitter-Übertragungsfunktion

Verhältnis des Ausgangs-*Jitters* zu anliegendem Eingangs-*Jitter* als Funktion der Modulationsfrequenz

3.34

Lichtquelle

Gerät oder Einrichtung, das bzw. die Licht aussendet, das in eine zu prüfende Faser eingekoppelt wird

3.35

optische Leitungsbandbreite

Schnittstellen-Signalbandbreite an der Grenze zwischen der *LWL-Kabelanlage* und der *Endeinrichtung*

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch *Transportbandbreite*.

3.36

optische Leitungsbitrate

Schnittstellenrate an der Grenze zwischen der *LWL-Kabelanlage* und der *Endeinrichtung*

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch *Transportbitrate*.

3.37

Leitungscode

Folge von Symbolen, in die die Binärdaten für Übertragungszwecke konvertiert werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele sind Manchester-Codierung, Rückkehr zu Null, Block-Codes, digitales Scrambling, usw.

Anmerkung 2 zum Begriff: *Leitungscode*s werden zur Rückgewinnung der Zeitsteuerung verwendet und in einigen Fällen dürfen sie zur Feststellung von Leitungsfehlern sowie für die Übertragung von zusätzlichen Informationen angewendet werden.

3.38

Verlustsumme

Summe (angegeben in dB) aus der *Dämpfung* der *LWL-Übertragungsstrecke* und der *Leistungseinbuße*

Anmerkung 1 zum Begriff: Die *Verlustsumme* ist gleich der Differenz aus *Leistungssumme* und *Arbeitsreserve*.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Anfangs-/End-*Verlustsumme* ist die *Verlustsumme* am Anfang/Ende der Lebensdauer der Übertragungsstrecke.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die End-*Verlustsumme* ist gleich der Summe aus der Anfangs-*Verlustsumme* und der *Leistungsreserve*.

3.39

maximal zulässiger Reflexionsgrad am Eingang

bei einem LWL-Verstärker höchster Anteil der Leistung in dB, der aus dem Eingangsanschluss des LWL-Verstärkers austritt, in den LWL-Verstärker selbst reflektiert wird und für den das Bauelement seine Spezifikationen noch einhalten muss

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Messung wird mit einer vorgegebenen optischen Eingangssignalleistung durchgeführt.

3.40**höchster zulässiger Reflexionsgrad am Ausgang**

bei einem LWL-Verstärker höchster Anteil der Leistung in dB, der am Ausgangsanschluss des LWL-Verstärkers austritt oder in den LWL-Verstärker selbst reflektiert wird und bei dem das Bauelement seine Spezifikationen noch einhalten muss

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Messung wird mit einer vorgegebenen optischen Eingangssignalleistung durchgeführt.

3.41**maximale Gesamtausgangsleistung**

bei einem LWL-Verstärker höchster optischer Leistungspegel am Ausgangsanschluss eines LWL-Verstärkers, der innerhalb seiner absoluten Bemessungswerte betrieben wird

3.42**Modenbandbreite**

Bandbreite von Mehrmodenfasern infolge des Moden-Dämpfungsunterschieds und des Moden-Laufzeitunterschieds

Anmerkung 1 zum Begriff: Die *Modenbandbreite* umfasst nicht die *chromatische Dispersion*.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Messung der *Modenbandbreite* wird mit einer Quelle kleiner *Spektralbreite* durchgeführt.

3.43**Modenrauschen**

Rauschen, das in einem *LWL-Kommunikationssystem* durch die Kombination des Moden-Dämpfungsunterschieds und von Schwankungen der Aufteilung der optischen Energie zwischen den geführten Moden oder den relativen Phasen der geführten Moden erzeugt wird

3.44**Modenverteilungsrauschen****MPN**

Rauschen infolge schneller Schwankungen der Energieverteilung zwischen den Longitudinalmoden eines Lasers

Anmerkung 1 zum Begriff: Infolge der *chromatischen Dispersion* der *LWL-Kabelanlage* kann das *Modenverteilungsrauschen* am Empfänger zu Signalabweichungen führen.

3.45**Modulationsgrad****Modulationsindex**

Verhältnis (angegeben in %) des optischen Spitzensignals eines mit einem analogen Eingangssignal modulierten *Senders* zum durchschnittlichen optischen Signal ohne jedes Eingangssignal

3.46**Mehrpunktverbindung**

zwei oder mehr *LWL-Übertragungsstrecken*, die drei oder mehr *Endeinrichtungen* miteinander verbinden

3.47**N-dB-Randabfallsbreite**

positive Differenz der räumlich dichtesten Wellenlängen, je eine oberhalb und eine unterhalb der *Zentralwellenlänge*, bei der die spektrale Leistungsdichte *N* dB unter ihrem Spitzenwert liegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Weitere *Spektralbreiten* sind *Halbwertsbreite* und *effektive Breite*.

3.48**Rauschzahl**

bei einem LWL-Verstärker die Abnahme des *Signal-Rausch-Verhältnisses* (SNR) am Ausgang des optischen Empfängers aufgrund der Ausbreitung eines durch Quantenrauschen begrenzten Signals durch den LWL-Verstärker, angegeben in dB

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Betriebsbedingungen, bei denen die *Rauschzahl* festgelegt wird, sollten angegeben werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Eigenschaft kann bei einer diskreten Wellenlänge oder als Funktion der Wellenlänge beschrieben werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Der durch einen LWL-Verstärker verursachte Rauschverlust ist verschiedenen Beiträgen zuzuschreiben, z. B. signalspontanes Schwebungsrauschen, spontan-spontanes Schwebungsrauschen, internes Reflexionsrauschen, Signal-Schrotrauschen, spontanes Schrotrauschen. Jeder dieser Beiträge ist von verschiedenen Bedingungen abhängig, die für eine korrekte Bewertung der *Rauschzahl* festgelegt werden sollten.

3.49

Betriebswellenlängenbereich

festgelegtes Wellenlängenintervall um die Nennwellenlänge herum, innerhalb dem ein optisches Bauteil der Auslegung nach mit dem festgelegten Betriebsverhalten betrieben wird

[QUELLE: IEC TR 61931:1998, 2.6.87]

3.50

optischer Verstärker

aktives optisches Bauelement, das ein optisches Eingangssignal empfängt und dieses mit verstärkter Leistung als optisches Ausgangssignal weiter überträgt

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Beispiel dafür ist ein LWL-Verstärker (OFA).

3.51

optische Verbindungen

Spleißart, Steckverbinderbauart und/oder Faserart, die als Eingangs- und Ausgangsanschlüsse eines *optischen Bauelements* verwendet werden

3.52

optisches Bauelement

optisches Bauteil oder optische Baugruppe mit einem oder mehreren optischen Eingangsanschlüssen und einem oder mehreren optische Ausgangsanschlüssen

Anmerkung 1 zum Begriff: *Optische Bauelemente* können den Informationsinhalt des optischen Eingangssignals verändern.

Anmerkung 2 zum Begriff: Es gibt *aktive optische Bauelemente* und *passive optische Bauelemente*.

3.53

optischer Modulator

optisches Bauelement, das die Intensität, die Frequenz, die Phase oder die Polarisierung eines optischen Trägers entsprechend einem Eingangssignal verändert

3.54

optische Leistung

Betrag der Strahlungsenergie je Zeiteinheit, der einen gegebenen Abschnitt im Übertragungsweg durchquert, angegeben in Watt oder auf der logarithmischen Skala in dBm angegeben (mit 0 dBm = 1 mW)

3.55

optischer Regenerator

optischer Regenerativverstärker

Rg

aktives optisches Bauelement, das ein digitales optisches Signal empfängt, regeneriert, die Taktfolge wiederherstellt und weitersendet

3.56

optischer Leitungsverstärker

Rp

aktives optisches Bauelement, das ein analoges optisches Signal empfängt, verbessert und weitersendet

3.57

Verhältnis (angegeben in positiven dB) der einfallenden Leistung zur reflektierten Leistung an einem Endpunkt der *LWL-Kabelanlage*

Anmerkung 1 zum Begriff: Der bevorzugte Begriff für die von einem *optischen Bauelement* oder einer *Endeinrichtung* reflektierte Leistung ist der *Reflexionsgrad*.

3.58**optisches Signal-Rausch-Verhältnis
OSNR**

Verhältnis (angegeben in dB) der optischen Signalleistung zur Rauschleistung, gemessen als optische Referenzbandbreite

Anmerkung 1 zum Begriff: Gewöhnlich beträgt die optische Referenzbandbreite 0,1 nm.

3.59**optischer Schalter**

optisches Bauelement, das ein optisches Signal von einem Eingangsanschluss oder mehreren Eingangsanschlüssen zu einem Ausgangsanschluss oder mehreren Ausgangsanschlüssen selektiv weiterleitet

3.60**optisches Rückstreuemessgerät im Zeitbereich
OTDR**

Messgerät zur Charakterisierung und Messung der *Dämpfung* und der *optischen Rückflusssdämpfung* einer zu prüfenden Faser durch Messung der Rückstreuung

3.61**Ausgangsleistungsbereich**

Bereich der optischen Leistungspegel eines LWL-Verstärkers, in dem die optische Leistung des Ausgangssignals des LWL-Verstärkers liegt, wenn die entsprechende Eingangssignalleistung in dem *Eingangsleistungsbereich* liegt, bei dem das Betriebsverhalten des LWL-Verstärkers sichergestellt ist

3.62**optischer Durchlassbereich
Wellenlängenbandbreite**

Wellenlängenintervall eines *optischen Bauelements*, innerhalb dem der Wert eines speziellen Parameters innerhalb von *N* dB seines optimalen Werts liegt

3.63**passives optisches Bauelement**

optisches Bauelement ohne Leistungsverstärkung

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele sind u. a. *optische Dämpfungsglieder* und passive *Verzweiger*.

3.64**Zentralwellenlänge**

Wellenlänge, die dem Höchstwert der Leistung des optischen Spektrums entspricht

Anmerkung 1 zum Begriff: Weitere Spektralwellenlängen sind *Mittelwellenlänge*, *Zentroidalwellenlänge* und *Halbleistungswellenlänge*.

3.65**LWL-Anschlussfaser**

kurzes Lichtwellenleiterstück, das dauerhaft an einem Bauteil angebracht ist und dazu dient, die Verbindung zwischen diesem Bauteil und einem anderen Lichtwellenleiter oder Bauteil herzustellen

[QUELLE: IEC TR 61931:1998, 2.6.14]

3.66**Punkt-zu-Punkt-Übertragungsstrecke**

LWL-Übertragungsstrecke, die einen *Sender* mit einem *Empfänger* verbindet

N1)

polarisationsabhängige Verstärkung**PDG**

höchste Änderung der *Kleinsignalverstärkung* eines LWL-Verstärkers infolge jeder Änderung des Polarisationszustands des Eingangssignals bei Nennbetriebsbedingungen

3.67**Polarisationsmodendispersion****PMD**

Verzerrung des übertragenen Signals aufgrund der unterschiedlichen Geschwindigkeiten der Polarisationsanteile desselben Modus und ihrer Abhängigkeit von der Wellenlänge

[QUELLE: IEC TR 61931:1998, 2.4.65]

3.68**Leistungssumme**

Differenz (in dB) zwischen der übertragenen *optischen Leistung* (in dBm) und der *Empfindlichkeitsschwelle* des *Empfängers* (in dBm)

Anmerkung 1 zum Begriff: Die *Leistungssumme* ist gleich der Summe aus *Verlustsumme* und *Arbeitsreserve*.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die *Anfangs-/End-Leistungssumme* ist die *Leistungssumme* am Anfang/Ende der Lebensdauer des *Senders* und des *Empfängers*.

3.69**Stromversorgung und Steuerung**

elektrische Ströme und/oder Spannungen für einen LWL-Verstärker und notwendige elektrische Signale für den Betrieb des LWL-Verstärkers innerhalb der angegebenen höchsten Bemessungswerte. Zu berücksichtigen sind notwendige Grenzabweichungen der Stromversorgung sowie Ein- und Ausschaltvorgänge

3.70**Leistungseinbuße**

Erhöhung der empfangenen optischen Leistung (angegeben in dB), die zum Ausgleich von Beeinträchtigungen der optischen Übertragung bei einer festgelegten *Leistungsqualität* erforderlich ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Beeinträchtigungen schließen Verzerrung des optischen Signals, *Dispersion*, *Modenbandbreite* der *LWL-Kabelanlage*, *Modenrauschen* usw. ein. Enthalten sind weiterhin Beeinträchtigungen, die durch Reflexionen und kombinierte Auswirkungen von *Intersymbolinterferenz*, *Modenverteilungsrauschen* und *Chirp* hervorgerufen werden.

3.71**Pumpverlust am Eingang**

optische Pumpleistung eines LWL-Verstärkers, die vom Eingangsanschluss des LWL-Verstärkers emittiert wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Messung wird mit einer gegebenen Leistung des optischen Eingangssignals durchgeführt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der höchste Pumpverlust am Eingang tritt bei einem nicht vorhandenen Eingangssignal auf.

N1) Nationale Fußnote: Fehler in IEC 86C/1363/CD:2015, hier müsste 3.67 stehen. Die weitere Nummerierung müsste sich entsprechend verschieben.

3.72**Pumpverlust am Ausgang**

optische Pumpleistung eines LWL-Verstärkers, die vom Ausgangsanschluss des LWL-Verstärkers emittiert wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Messung wird mit einer gegebenen Leistung des optischen Eingangssignals durchgeführt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der höchste Pumpverlust am Ausgang tritt bei einem nicht vorhandenen Eingangssignal auf.

3.73**Q-Faktor**

Verhältnis der Differenz zwischen der mittleren Spannung der 1- und der 0-Schiene zur Summe ihrer Standardabweichungen

3.74**Leistungsqualität**

Kriterien, die für die Angabe eines Maßes für die Leistungsfähigkeit der Übertragung benutzt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Die gebräuchlichsten Kriterien für digitale LWL-Systeme ist das *Bitfehlerverhältnis*, der *Q-Faktor*, das *Signal-Rausch-Verhältnis* und das *optische Signal-Rausch-Verhältnis*.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die gebräuchlichsten Kriterien für analoge LWL-Systeme sind das *Signal-Rausch-Verhältnis* und die Linearität.

3.75**Empfangs-Endeinrichtung**

Endeinrichtung, die ein oder mehrere optische(s) Eingangssignal(e) in ein oder mehrere optische(s) Ausgangssignal(e) umwandelt

3.76**optischer Empfänger****Rx**

Endeinrichtung mit einem einzelnen optischen Eingang und einem zugehörigen elektrischen Ausgang

3.77**Empfängerbandbreite**

Bandbreite der optisch-elektrischen Übertragungsfunktion eines optischen *Empfängers*

3.78**Dynamikbereich eines Empfängers**

Differenz (angegeben in dB) aus der *Empfängerüberlastung* (in dBm) und der *Empfindlichkeitsschwelle* eines *Empfängers* (in dBm)

3.79**Empfängerüberlastung****maximale Eingangsleistung von Empfängern**

höchster Leistungsmittelwert des optischen Eingangssignals eines Empfängers, oberhalb der eine festgelegte *Leistungsqualität* nicht aufrechterhalten werden kann

3.80**Ansprechempfindlichkeit eines Empfängers**

kleinster Leistungsmittelwert des optischen Eingangssignals eines Empfängers, unterhalb der eine festgelegte *Leistungsqualität* nicht aufrechterhalten werden kann

3.81**Referenzprüfverfahren
RTM**

Prüfverfahren zur Messung eines bestimmten Kennwerts streng nach der Definition dieses Kennwerts, das zu Ergebnissen führt, die genau und reproduzierbar sind und einem praktischen Nutzen zugeordnet werden können

[QUELLE: IEC TR 61931:1998, 2.8.1]

3.82**Reflexionsgrad**

Verhältnis (angegeben in negativen dB) der einfallenden Leistung zu der von einem *optischen Bauelement* oder einer *Endeinrichtung* reflektierten Leistung

Anmerkung 1 zum Begriff: Der bevorzugte Begriff für die von einem Endpunkt der *LWL-Kabelanlage* reflektierte Leistung ist die *optische Rückflusssdämpfung*.

3.83**optischer Regenerativverstärker
optischer Regenerator****Rg**

aktives optisches Bauelement, das ein digitales optisches Signal empfängt, regeneriert, die Taktfolge wiederherstellt und weitersendet

3.84**relatives Intensitätsrauschen****RIN**

bei einem analogen optischen *Sender* oder einem *Regenerator* das Verhältnis (angegeben in dB/Hz) der mittleren Schwankung (je elektrischer Frequenzeinheit) der Lichtleistung zur gewünschten mittleren Lichtleistung

Anmerkung 1 zum Begriff: Das RIN wird üblicherweise innerhalb eines schmalen elektrischen Durchlassbereichs als Funktion des Eingangsstroms oder der Ausgangsleistung gemessen.

3.85**Zuverlässigkeit**

bei einem LWL-Verstärker:

- a) die Mindestdauer für den ununterbrochenen Betrieb ohne Auftreten beliebiger Fehler bei festgelegten Betriebs- und Umgebungsbedingungen und
- b) die Wahrscheinlichkeit von Fehlern je Jahr bei festgelegten Betriebs- und Umgebungsbedingungen.

3.86**Leistungsreserve**

Differenz (angegeben in dB) zwischen der End-*Verlustsumme* und der Anfangs-*Verlustsumme*

3.87**Prüfaufbau zur Messung der Rückflusssdämpfung****RLTS**

Prüfsystem zur Messung der *optischen Rückflusssdämpfung* bestehend aus einer *Lichtquelle*, einem Leistungsmessgerät, einem Richtkoppler und zugehörigen Prüf-*Anschlussleitungen*

3.88**effektive Breite**

berechneter Effektivwert der spektralen Leistungsdichte

Anmerkung 1 zum Begriff: Weitere *Spektralbreiten* sind die *Halbwertsbreite* und *N-dB-Randabfallsbreite*.

3.89**Seitenmoden-Unterdrückungsverhältnis****SMSR**

Verhältnis der Spitzenleistungen (gewöhnlich angegeben in dB) zwischen dem Hauptmodenspektrum und dem größten Seitenmodenspektrum in einem SLM-Laser

3.90**Signal-Rausch-Verhältnis****SNR**

Verhältnis (angegeben in dB) der mittleren (rauschfreien) Signalleistung zur mittleren Rauschleistung

Anmerkung 1 zum Begriff: Das *Signal-Rausch-Verhältnis* wird mitunter in gleichwertigen Begriffen wie Verhältnis der Spitzenleistungen oder Verhältnis der Effektivspannungen oder Verhältnis der Spitzenspannungen angegeben. Zur Vermeidung von Zweideutigkeiten sollte in diesen Fällen die Angabe dB mit einem entsprechenden Suffix versehen werden.

3.91**signifikanter Zeitpunkt**

Zeitpunkt, zu dem ein Signalelement ein zeitdiskretes Signal wird [2]

3.92**Kleinsignalverstärkung****SSG**

Verstärkung eines LWL-Verstärkers bei linearer Betriebsart, in der er bei gegebener Signalwellenlänge und gegebenem optischen Pumpleistungspegel völlig unabhängig von der optischen Leistung des Eingangssignals ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Eigenschaft kann bei einer diskreten Wellenlänge oder als Funktion der Wellenlänge beschrieben werden.

3.93**Spektralbreite**

Maß für den Wellenlängenbereich eines optischen Spektrums

Anmerkung 1 zum Begriff: Übliche Maße sind *Halbwertsbreite*, *N-dB-Randabfallsbreite* und *effektive Breite*.

3.94**LWL-Spleiß**

dauerhafte oder halbdauerhafte Verbindung zur Kopplung der optischen Leistung zwischen zwei *LWL-Kabelabschnitten*

3.95**optischer Aufteiler**

wellenlängenunabhängiger *Verzweiger*, bei dem die Anzahl der Ausgangsanschlüsse größer als die Anzahl der Eingangsanschlüsse ist

3.96**LWL-Endeinrichtung**

Einrichtung, die ein oder mehrere elektrische(s) Signal(e) in ein oder mehrere optische(s) Signal(e) umwandelt oder umgekehrt und die mit mindestens einem Lichtwellenleiter verbunden ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine *LWL-Endeinrichtung* hat immer einen oder mehrere integrierte *Steckverbinder* oder *Anschlussfasern*.

Anmerkung 2 zum Begriff: Beispiele sind eine *Empfangs-Endeinrichtung*, eine *Sende-Endeinrichtung*, ein *Sender* und ein *Empfänger*.

3.97

Prüfanschlussleitung

konfektionierte LWL-Anschlussleitung zur Verbindung der *Lichtquelle* oder eines Detektors mit dem zu prüfenden Kabel oder zur Bereitstellung von geeigneten Schnittstellen zum zu prüfenden Kabel

3.98

Taktbandbreite

elektrische *Bandbreite* der Taktauskopplungsschaltung eines *Regenerators* (Wiederherstellung der Taktfolge)

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Schaltung enthält üblicherweise ein Element hoher Güte, das auf die Signalbitrate abgestimmt ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die *Taktbandbreite* (angegeben in Hz) entspricht etwa der durch $2Q$ dividierten *Transportbitrate* (angegeben in bit/s).

3.99

Übertragungsfunktion

Verhältnis des komplexen Ausgangssignals zum komplexen Eingangssignal als Funktion der Frequenz

3.100

Sende-Endeinrichtung

Endeinrichtung, die ein oder mehrere elektrische(s) Eingangssignal(e) in ein oder mehrere optische(s) Ausgangssignal(e) umwandelt

3.101

optischer Sender

Tx

Sende-Endeinrichtung mit einem einzelnen elektrischen Eingang und einem zugehörigen optischen Ausgang

3.102

Senderbandbreite

Bandbreite der elektrisch-optischen Übertragungsfunktion eines optischen *Senders*

3.103

Senderausgangsleistung

Strömungsgeschwindigkeit der Strahlungsenergie (angegeben in W), die in eine *LWL-Kabelanlage* eingekoppelt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei einem modulierten *Sender* darf die Leistung als mittlere Leistung oder als Spitzenleistung angegeben werden.

3.104

Transportbandbreite

interne Signalbandbreite einer *Endeinrichtung*, auf die nach einem Modulations-/Demodulationsschema eingewirkt wird, um die *Leitungsbandbreite* zu erzeugen

3.105

Transportbitrate

interne Bitrate einer *Endeinrichtung*, auf die mit einem Leitungscodierungsalgorithmus eingewirkt wird, um die *optischen Leitungsbitrate* zu erzeugen

3.106

Einheitsintervall

UI

Nenn-Zeitdifferenz zwischen aufeinander folgenden signifikanten Zeitpunkten eines isochronen Signals

3.107

Wander

langzeitige, nichtkumulative Abweichungen der signifikanten Zeitpunkte eines digitalen Signals von ihrer idealen Zeitlage

Anmerkung 1 zum Begriff: In der Praxis umfasst „langzeitig“ sämtliche spektralen Anteile unterhalb von 10 Hz.

Anmerkung 2 zum Begriff: *Wander* wird als Absolutzeit oder als Bruchteil eines *Einheitsintervalls* angegeben.

3.108

optische Wellenlängenbandbreite

optischer Durchlassbereich

Wellenlängenintervall für ein *optisches Bauelement*, in dem der Wert eines speziellen Parameters innerhalb von N dB seines optimalen Werts liegt

3.109

Wellenlängendemultiplexer

DMUX

wellenlängenabhängiger *Aufteiler*, der üblicherweise mehrere optische *Durchlassbereiche* an einem Eingangsanschluss empfängt und sie an zwei oder mehr Ausgangsanschlüsse überträgt

3.110

Wellenlängenmultiplexer

WDM

wellenlängenabhängiger *Kombinator*, der üblicherweise mehrere optische *Durchlassbereiche* an zwei oder mehr Eingangsanschlüssen empfängt und sie an einen Ausgangsanschluss überträgt

3.111

Arbeitsreserve

Differenz (angegeben in dB) zwischen der *Leistungssumme* und der *Verlustsumme*

Anmerkung 1 zum Begriff: Die *Arbeitsreserve* sollte nicht einem spezifischen Verlust entsprechen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Anfangs-/End-*Arbeitsreserve* ist die *Arbeitsreserve* am Anfang/Ende der Lebensdauer der *LWL-Übertragungsstrecke* sowie von *Sender* und *Empfänger*.

4 Kurzzeichen und Akronyme

4.1 Kurzzeichen

Kurzzeichen müssen möglichst den zutreffenden IEC- oder ISO-Publikationen entnommen oder entsprechend den Grundsätzen dieser Publikationen abgeleitet werden.

4.2 Akronyme

Folgende Akronyme werden in Text, Bildern und Tabellen verwendet:

ABD	aktiver Verzweiger (en: active branching device)
APD	Lawinenfotodiode (en: avalanche photodiode)
BD	Verzweiger (en: branching device)
BER	Bitfehlerverhältnis (en: bit-error ratio)
BFOS	LWL-Grundsystem (en: basic fibre optic system)
CNR	Träger-Rausch-Verhältnis (en: carrier-to-noise ratio)
CSO	Summe der Verzerrungen zweiter Ordnung (Rauschen) (en: composite second-order)
CTB	Summe der Verzerrungen dritter Ordnung (Rauschen) (en: composite triple-beat)
E/O	elektrisch-optisch (en: electrical to optical)
FITs	Fehler je Zeiteinheit (je 10^9 h) (en: failures in time)
FOCP	LWL-Kabelanlage (en: fibre optic cable plant)
FOL	LWL-Übertragungsstrecke (en: fibre optic link)

IMD	Intermodulationsverzerrung (en: intermodulation distortion)
ISI	Intersymbolinterferenz (en: intersymbol interference)
LED	Leuchtdiode (en: light emitting diode)
LT	Leitungs-Endeinrichtung (en: line terminal)
MLM	longitudinal mehrmodig (Laser) (en: multilongitudinal-mode)
MPN	Modenverteilungsrauschen (en: mode partition noise)
MTBF	mittlere Zeit zwischen Ausfällen (en: mean time between failures)
NF	Rauschzahl (en: noise figure)
NRZ	ohne Rückkehr zu Null (en: non-return-to-zero)
O/E	optisch-elektrisch (en: optical to electrical)
OFA	LWL-Verstärker (en: optical fibre amplifier)
ORL	optische Rückflusdämpfung (en: optical return loss)
PBD	passiver Verzweiger (en: passive branching device)
PDG	polarisationsabhängige Verstärkung (en: polarization-dependent gain)
PDL	polarisationsabhängige Dämpfung (en: polarization-dependent loss)
PIN	PIN-Fotodiode (en: p-i-n photodiode)
RIN	relatives Intensitätsrauschen (en: relative intensity noise)
Rp	Leitungsverstärker (en: repeater)
Rg	Regenerator (en: regenerator)
Rx	Empfänger (en: receiver)
RZ	Rückkehr zu Null (en: return-to-zero)
SLM	longitudinal einmodig (Laser) (en: single-longitudinal mode)
SNR	Signal-Rausch-Verhältnis (en: signal-to-noise ratio)
SSG	Kleinsignalverstärkung (en: small-signal gain)
Tx	Sender (en: transmitter)
UI	Einheitsintervall (en: unit interval)
WDM	Wellenlängenmultiplexer/demultiplexer (en: wavelength-division multiplexer/demultiplexer)
XM	Kreuzmodulation (en: cross modulation)

5 Kennwerte von Untersystemen

5.1 Allgemeines

Es ist hilfreich, die Hierarchie der wachsenden Komplexität innerhalb von LWL-Systemen zu beschreiben. Dabei wird auf die Begriffe in Abschnitt 3 und die Akronyme in 4.2 Bezug genommen.

LWL-Kabelabschnitte werden mit Steckverbindern oder Spleißen versehen und bilden eine Strecke oder einen Abschnitt einer LWL-Kabelanlage (FOCP). Die FOCP stellt den optischen Weg zwischen Endeinrichtungen (elektrisch-optisch und optisch-elektrisch) und/oder zwischen optischen Bauelementen (nur optisch-optisch) bereit. Die (aktiven und passiven) optischen Bauelemente und die FOCP zwischen ihnen bilden die LWL-Übertragungsstrecke (FOL). Die FOL stellt den optischen Weg zwischen zwei Endeinrichtungen bereit. Die FOL und die (Sende- und Empfangs-)Endeinrichtungen bilden das LWL-Grundsystem (BFOS). Eine Anordnung von miteinander verbundenen BFOS bildet ein LWL-System, mehrere davon bilden ein Kommunikationssystem.

Der Betrieb und das Betriebsverhalten eines beliebigen BFOS können durch Festlegung der Schnittstellenparameter seiner Einzelelemente (Endeinrichtungen, optische Bauelemente, FOCP) charakterisiert werden. In diesem Teil wird ein Bezugspunkt an der Schnittstelle zwischen einer FOCP und einem aktiven Bauele-

ment mit zwei Anschlüssen (Eingang, Ausgang) angenommen. Nachfolgend werden vier Bezugspunkte angegeben:

- Bezugspunkt 1 elektrischer Eingang des Senders (Tx)
- Bezugspunkt 2 optische Schnittstelle zwischen dem Ausgang eines Senders (Tx) oder dem Ausgang des Regenerators (Rg)/Leitungsverstärkers (Rp) und der FOCP
- Bezugspunkt 3 optische Schnittstelle zwischen der FOCP und dem Eingang eines Empfängers (Rx) oder dem Eingang eines Rg/Rp
- Bezugspunkt 4 elektrischer Ausgang eines Empfängers (Rx)

ANMERKUNG 1 Im Falle digitaler Regeneratoren oder analoger Leitungsverstärker sind nur die Kennwerte an den optischen Eingangs- und Ausgangsschnittstellen Gegenstand des vorliegenden Teils.

ANMERKUNG 2 Bezugspunkte für weitere aktive Bauelemente, für passive Bauelemente und für Bauelemente mit mehreren Anschlüssen dürfen in einer zukünftigen Ausgabe dieses Teils behandelt werden.

In diesem Teil stellen die Bezugspunkte 1, 2, 3 und 4 die Stellen dar, an denen Messungen erforderlich sein können, um die Übereinstimmung mit den festgelegten Kennwerten des Betriebsverhaltens nachzuweisen, die in den folgenden Tabellen angegeben werden.

Die Kennwerte des Gesamtbetriebsverhaltens des BFOS werden an den Bezugspunkten 1 und 4 festgelegt und stellen die Summe der Kennwerten des Betriebsverhaltens der Einzelelemente dar, wie sie zwischen den Bezugspunkten 1 bis 2, 2 bis 3 und 3 bis 4 festgelegt sind.

Bild 1 zeigt die einfachste Form eines BFOS, und zwar eine Punkt-zu-Punkt-Übertragungsstrecke, die aus dem Sender (Tx), der FOCP und dem Empfänger (Rx) ohne weitere optische Bauelemente aufgebaut ist. Die FOCP ist auch eine FOL und Tx und Rx sind Sende- und Empfangs-Endeinrichtungen usw. Vereinbarungsgemäß wird für ein besonderes Bauteil oder einen besonderen Abschnitt in der Regel nur die Bezeichnung der niedrigsten Ebene der Hierarchie angewendet.

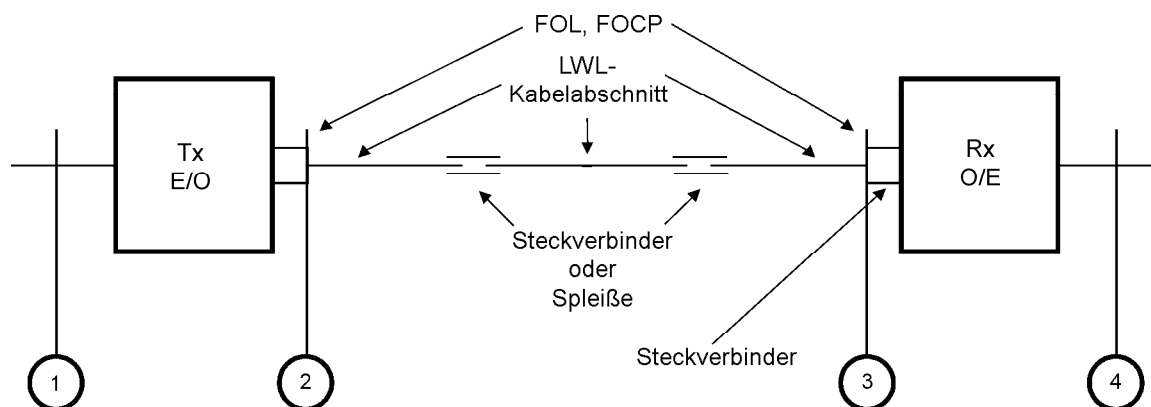


Bild 1 – Einfachstes LWL-Grundsystem

In Bild 1 ist zu beachten, dass der Steckverbinder an jeder Endeinrichtung mit dem Bauelement verbunden ist. Bei einigen Anwendungen darf dieser Steckverbinder mit der FOCP verbunden sein oder er darf zwischen dem Bauelement und der FOCP aufgeteilt sein. In der Bauartspezifikation wird festgelegt, welche der drei Vereinbarungen angewendet wird.

In der nächsten Komplexitätsebene, die in Bild 2 dargestellt ist, werden Rg, Rp oder OFA eingefügt. Die FOCP besteht jetzt aus zwei Abschnitten und eine FOL ist festgelegt.

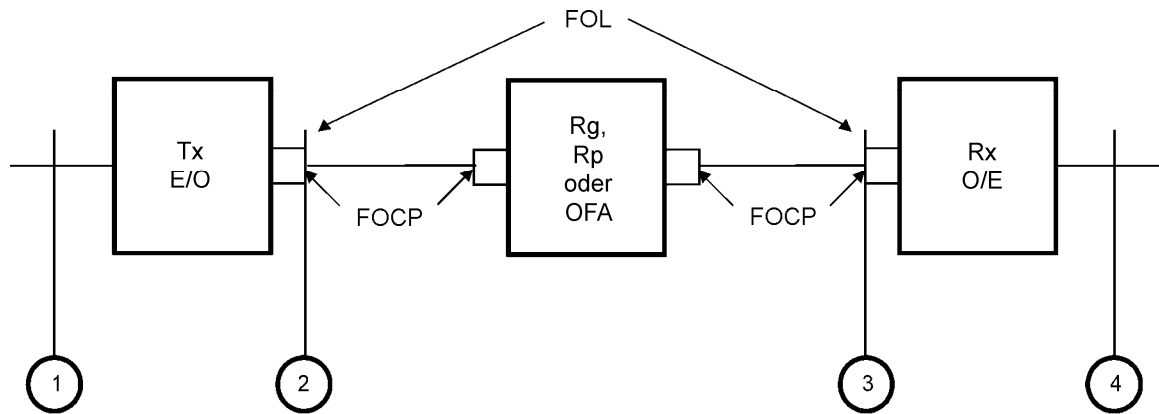


Bild 2 – Komplexeres LWL-Grundsystem

Bild 3 stellt drei Endeinrichtungen dar, die über einen aktiven oder passiven Verzweiger miteinander verbunden sind. Diese Anordnung darf als drei BFOS angesehen werden, die miteinander verbunden sind und ein Mehrpunkt-LWL-System bilden.

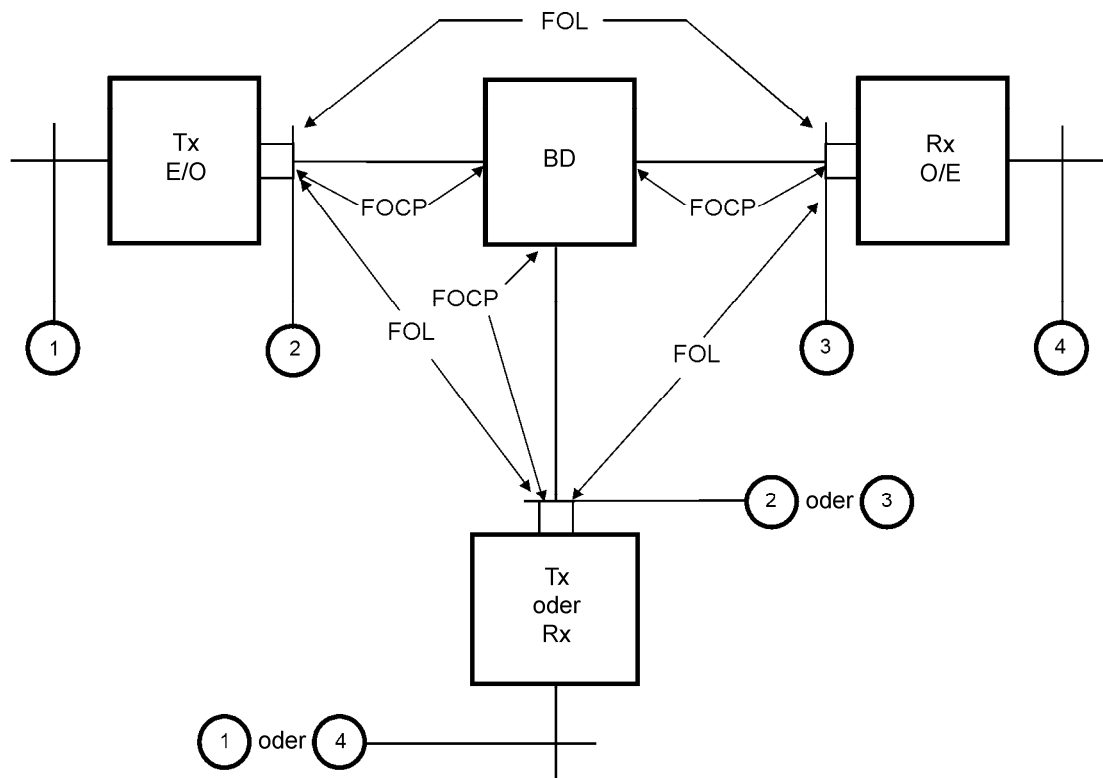


Bild 3 – LWL-Untersystem aus miteinander verbundenen BFOS

Verzweiger (BD), die zwischen den Sendern und Empfängern angeordnet sind, werden als Teil der Endeinrichtungen angesehen und sind kein Bestandteil der FOCP. Bild 4 zeigt eine Übertragungs-Endeinrichtung mit zwei elektrischen Eingängen und einem optischen Ausgang für eine FOL. Das in Bild 4 dargestellte BFOS mit Endeinrichtungen mit Mehrfachanschlüssen darf WDM-Systeme enthalten. In WDM-Systemen werden in Sende-Endeinrichtungen Wellenlängenmultiplexer als BD verwendet und in Empfangs-Endeinrichtungen werden Wellenlängendemultiplexer als BD eingesetzt.

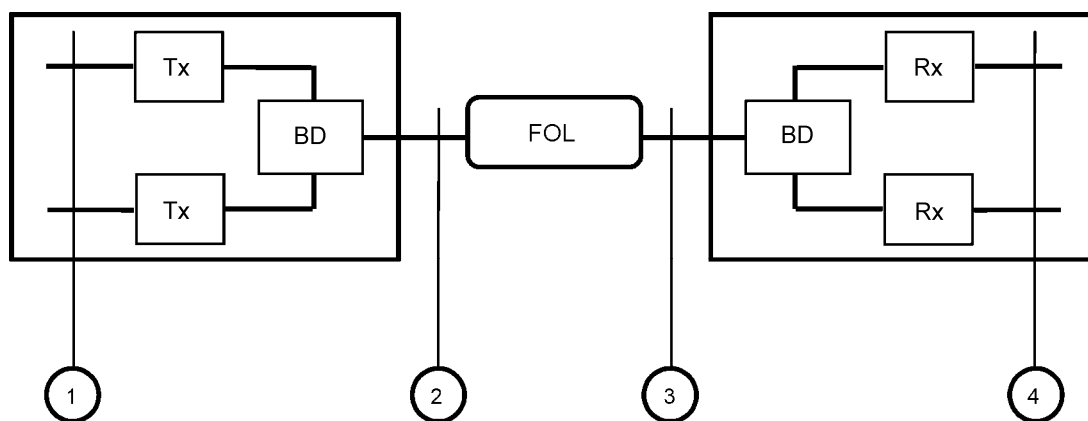


Bild 4 – BFOS mit Endeinrichtungen mit Mehrfachanschlüssen

In einigen Systemkonfigurationen dürfen der Sender und/oder der Empfänger in andere Signalverarbeitungsfunktionen (z. B. Multiplexen oder Modulation) integriert werden, wodurch eine direkte Zuordnung zwischen dem elektrischen und dem optischen Signal verhindert wird. Wenn die Punkte 1 und 4 nicht zugänglich sind, werden Prüfverfahren in der Bauartspezifikation festgelegt.

5.2 Digitale LWL-Untersysteme

5.2.1 Allgemeine Beschreibung

Digitale LWL-Untersysteme sind als LWL-Grundsysteme (BFOS) definiert, die digitale Signale übertragen und eine definierte, festgelegte und nominell konstante Bitrate haben. Das elektrische Signal darf binär codiert sein oder ein mehrstufiges SignalfORMAT besitzen. Das optische Signal darf beispielsweise im RZ-Leitungsformat (Rückkehr zu Null) oder im NRZ-Leitungsformat (ohne Rückkehr zu Null) übertragen werden.

Für die Anwendung dieses Teils wird davon ausgegangen, dass das System zwischen seinen Grenzen, die durch die Bezugspunkte 1 und 4 dargestellt werden, codetransparent und bitfolgeunabhängig ist.

5.2.2 Kennwerte digitaler Untersysteme

Die allgemeinen Kennwerte digitaler LWL-Untersysteme werden gemeinsam mit den entsprechenden Buchstabensymbolen und Einheiten in Tabelle 1 angegeben. Weitere Parameter dürfen auch in den Rahmen- und Bauartspezifikationen festgelegt werden.

Tabelle 1 – Kennwerte digitaler Untersysteme

Gegenstand	Kennwert	Symbol	Einheit	Prüfverfahren ¹⁾ (IEC-Publikation)
Allgemein	Nenn-Leitungsbitrate	B	bit/s	
	Bitfehlerverhältnis	BER		61280-2-1 61280-2-8
	Nennwellenlänge	λ_{nom}	nm	
	Arbeitsreserve	M	dB	
	Jitter		UI	61280-2-3
	Jitter-Toleranz			61280-2-3
	Jitter-Übertragungsfunktion		dB	61280-2-5
	Wander		UI	61280-2-3
	Zuverlässigkeit	MBTF	Jahr	
¹⁾ Siehe Anhang A.				

5.2.3 Kennwerte digitaler Sender

Die Kennwerte eines digitalen optischen Senders werden gemeinsam mit den entsprechenden Buchstabensymbolen und Einheiten in Tabelle 2 angegeben. Weitere Parameter dürfen auch in den Rahmen- und Bauartspezifikationen festgelegt werden.

Tabelle 2 – Kennwerte digitaler Sender

Gegenstand	Kennwert	Symbol	Einheit	Prüfverfahren ¹⁾ (IEC-Publikation)
Elektrische Eingangs-schnittstelle	Elektrische Verbindungen			
	Transportbitrate ²⁾		bit/s	
	Signalformat			
	Eingangsspannung	V_{in}	V	
	Eingangsstrom ³⁾	I_{in}	A	
	Eingangsimpedanz	Z_{in}	Ω	
Optische Ausgangs-schnittstelle	Optische Verbindungen			
	Art der Quelle	LED, MLM, SLM		
	Ausgangsleistung ⁴⁾	P_T		61280-1-1 61280-1-2
	Leistungsformat			
	Leitungsbitrate	B	bit/s	
	Wellenlänge ⁵⁾	λ_T	nm	61280-1-3
	Spektralbreite ⁴⁾	$\Delta\lambda$	nm	61280-1-3
	Extinktionsverhältnis		% oder dB	61280-2-2
	Optisches Signal-Rausch-Verhältnis	OSNR	dB	61280-2-9
	Q-Faktor		dB	61280-2-8
	Begrenzter Lichtstrom			61280-1-4
Allgemein	Mechanisch			
	Umgebungsbedingungen			
	Ausfallrate	FIT		

¹⁾ Siehe Anhang A.
²⁾ Außer Freileitungen.
³⁾ Nicht erforderlich, wenn V_{in} und Z_{in} festgelegt werden.
⁴⁾ In der zutreffenden Rahmenspezifikation festgelegt.
⁵⁾ Mittel-, Zentroidal- oder Zentralwellenlänge.