

DIN EN 61280-2-11



ICS 33.180.01

**Prüfverfahren für Lichtwellenleiter-Kommunikationsuntersysteme –
Teil 2-11: Digitale Systeme –
Bestimmung des mittleren Q-Faktors durch Auswertung des
Amplitudenhistogramms zur Qualitätsüberwachung optischer Signale
(IEC 61280-2-11:2006);
Deutsche Fassung EN 61280-2-11:2006**

Fibre optic communication subsystem test procedures –
Part 2-11: Digital systems –
Averaged Q-factor determination using amplitude histogram evaluation for optical signal
quality monitoring (IEC 61280-2-11:2006);
German version EN 61280-2-11:2006

Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunications à fibres optiques –
Partie 2-11: Systèmes numériques –
Détermination du facteur de qualité moyenné par l'évaluation d'histogramme d'amplitude
pour la surveillance de la qualité des signaux optiques (CEI 61280-2-11:2006);
Version allemande EN 61280-2-11:2006

Gesamtumfang 33 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2006-02-01 angenommene EN 61280-2-11 gilt als DIN-Norm ab 2006-11-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 61280-2-11:2005-01.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium UK 412.2 „Komponenten für Kommunikationskabelanlagen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (<http://www.dke.de>) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 86C „Fibre optic systems and active devices“ erarbeitet.

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

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

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

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

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen 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.

Prüfverfahren für Lichtwellenleiter-Kommunikationsuntersysteme –
Teil 2-11: Digitale Systeme –
Bestimmung des mittleren Q-Faktors durch Auswertung des
Amplitudenhistogramms zur Qualitätsüberwachung optischer Signale
(IEC 61280-2-11:2006)

Fibre optic communication subsystem test
procedures –
Part 2-11: Digital systems –
Averaged Q-factor determination using
amplitude histogram evaluation for optical signal
quality monitoring
(IEC 61280-2-11:2006)

Procédures d'essai des sous-systèmes de
télécommunications à fibres optiques –
Partie 2-11: Systèmes numériques –
Détermination du facteur de qualité moyenné
par l'évaluation d'histogramme d'amplitude pour
la surveillance de la qualité des signaux
optiques
(CEI 61280-2-11:2006)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2006-02-01 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, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

© 2006 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 61280-2-11:2006 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 86C/682/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 61280-2-11, ausgearbeitet von dem SC 86C „Fibre optic systems and active devices“ des IEC/TC 86 „Fibre optics“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2006-02-01 als EN 61280-2-11 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2006-11-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2009-02-01

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und CENELEC weisen darauf hin, dass die Übereinstimmung mit dieser Norm die Verwendung von Patenten hinsichtlich der Bestimmung des mittleren Q-Faktors bedeuten kann.

Die IEC und CENELEC nehmen keine Stellung zur Rechtmäßigkeit, zur Gültigkeit und zum Anwendungsbereich dieser Patentrechte.

Der Halter dieser Patentrechte hat IEC zugesichert, dass er bereit ist, über Lizenzen zu vernünftigen und nicht diskriminierenden Geschäftsbedingungen mit Antragstellern in der ganzen Welt zu verhandeln. In diesem Zusammenhang ist die Erklärung des Halters dieser Patentrechte bei IEC registriert. Informationen sind erhältlich bei:

NTT Corporation
Tokyo
Japan

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieser Norm Patentrechte berühren können, ohne dass diese vorstehend identifiziert wurden. IEC und CENELEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61280-2-11:2006 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
0 Einleitung.....	5
0.1 Hintergrund.....	5
0.2 Gleichung für den mittleren Q-Faktor.....	6
1 Anwendungsbereich.....	7
2 Normative Verweisungen.....	7
3 Begriffe	7
4 Abkürzungen	7
5 Prüfeinrichtung	8
5.1 Optisches Bandpassfilter	8
5.2 Empfänger.....	9
5.3 Taktoszillator	10
5.4 Elektrischer Impulsgenerator	10
5.5 Abtastmodul	10
5.6 Signalverarbeitungsschaltung.....	10
5.7 Parameter des Überwachungssystems	10
6 Durchführung.....	11
6.1 Anschluss der Einrichtung.....	11
6.2 Festlegung der Schwellwertpegel	11
7 Berechnung	12
Anhang A (normativ) Messunsicherheit, Zuverlässigkeit und Empfindlichkeit.....	15
Anhang B (informativ) Nebensprechen und Frequenzverstimmung eines optischen Bandpassfilters	18
Anhang C (normativ) Höchster Grenzwert für Q_{avg}	22
Anhang D (informativ) Abhängigkeit von der Bitrate	24
Anhang E (informativ) Formatabhängigkeit.....	25
Anhang F (informativ) Abhängigkeit von Q_{avg} , $\sigma_{1,\text{avg}}$, $ \mu_{1,\text{avg}} - \mu_{0,\text{avg}} $ und Q von chromatischer Dispersion und OSNR.....	26
Anhang G (informativ) Beziehung zwischen Q_{avg} und Q mit einer Beeinträchtigung durch PMD	28
Literaturhinweise	30
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	31
Bild 1 – Asynchrones Augenmuster und Amplitudenhistogramm	6
Bild 2 – Aufbau zur Messung des mittleren Q-Faktors.....	8
Bild 3 – Abhängigkeit von Q_{avg} von Q für unterschiedliche α -Werte mit $T_r = 1/4 \times T_{\text{slot}}$ s, $B_{\text{re}} = 0,75 \times B$ Hz, $B_{\text{opt}} = 4 \times B$ Hz, $T_{\text{res}} = 1/256 \times T_{\text{slot}}$ s, $N_{\text{samp}} = 16\,384 (2^{14})$	13
Bild 4 – Abhängigkeit von R von α mit $T_r = 1/4 \times T_{\text{slot}}$ s, $B_{\text{re}} = 0,7 \times B$ Hz, $B_{\text{opt}} = 4 \times B$ Hz, $T_{\text{res}} = 1/256 \times T_{\text{slot}}$ s, $N_{\text{samp}} = 16\,384 (2^{14})$	13

Bild 5 – Abhängigkeit des optimalen Wertes für α von B_{opt} mit $T_r = 1/4 \times T_{\text{slot}}$ s, $B_{\text{re}} = 0,75 \times B$ Hz, $T_{\text{res}} = 1/64 \times T_{\text{slot}}$ s, $N_{\text{samp}} = 16\,384 (2^{14})$	14
Bild A.1 – Definition von ΔQ_{avg} und ΔQ	15
Bild A.2 – Abhängigkeit der Standardabweichung von Q_{avg} von N_{samp} mit $T_r = 1/4 \times T_{\text{slot}}$ s, $B_{\text{re}} = 0,7 \times B$ Hz, $B_{\text{opt}} = 4 \times B$ Hz, $T_{\text{res}} = 1/256 \times T_{\text{slot}}$ s, $\alpha = 0,3$, $Q = 16$ dB (BER $\sim 10^{-10}$)	15
Bild A.3 – Abhängigkeit des <i>Anstiegs</i> der linearen Anpassung von Q_{avg} als Funktion von Q bei B_{opt} mit $T_r = 1/4 \times T_{\text{slot}}$ s, $B_{\text{re}} = 0,7 \times B$ Hz, $T_{\text{res}} = 1/256 \times T_{\text{slot}}$ s, $\alpha = 0,3$	16
Bild A.4 – Abhängigkeit der Standardabweichung von acht Messpunkten für Q_{avg} von T_{res} mit $T_r = 1/4 \times T_{\text{slot}}$ s, $B_{\text{re}} = 0,75 \times B$ Hz, $B_{\text{opt}} = 4 \times B$ Hz, $N_{\text{samp}} = 16\,384 (2^{14})$, $\alpha = 0,3$, $Q = 16$ dB (BER $\sim 10^{-10}$)	17
Bild B.1 – Definition des WDM-Signals und des OBPF-Frequenzgangs	18
Bild B.2 – Δf_{obpf} -Abhängigkeit von Q und Q_{avg} für Δf_{WDM} von 100 GHz (a), 50 GHz (b) und 25 GHz (c)	19
Bild B.3 – Definition der Verstimmung der Mittenfrequenz des OBPF $\mathcal{F}_c$	20
Bild B.4 – $\mathcal{F}_c$ -Abhängigkeit von Q_{avg} für Δf_{WDM} von 100 GHz (a), 50 GHz (b) und 25 GHz (c)	21
Bild C.1 – Abhängigkeit von Q_{avg} von Q , wenn B 10 GHz beträgt, mit $T_r = 1/4 \times T_{\text{slot}}$ s, $B_{\text{re}} = 0,75 \times B$ Hz, $B_{\text{opt}} = 4 \times B$ GHz, $T_{\text{res}} = 1/256 \times T_{\text{slot}}$ s, $N_{\text{samp}} = 16\,384 (2^{14})$, $\alpha = 0,3$	22
Bild C.2 – Abhängigkeit des höchsten Grenzwertes für Q_{avg} von der Anstiegszeit nach dem O/E-Wandler	23
Bild D.1 – Beispiel für die Beziehung zwischen Q_{avg} und Q bei unterschiedlichen Bitraten	24
Bild E.1 – Abhängigkeit von Q_{avg} von Q mit $D = 0$ ps/nm, $R_{\text{duty}} = 0,4$, $B_{\text{re}} = 0,6 \times B$ Hz, $B_{\text{opt}} = 240$ GHz, $T_{\text{res}} = 1/64 \times T_{\text{slot}}$ s, $N_{\text{samp}} = 16\,384 (2^{14})$ und $\alpha = 0,2$ oder $0,3$	25
Bild E.2 – Abhängigkeit von Q_{avg} von Q mit $D = 1\,020$ ps/nm, $R_{\text{duty}} = 0,4$, $B_{\text{re}} = 0,6 \times B$ Hz, $B_{\text{opt}} = 240$ GHz, $T_{\text{res}} = 1/64 \times T_{\text{slot}}$ s, $N_{\text{samp}} = 16\,384 (2^{14})$ und $\alpha = 0,2$ oder $0,3$	25
Bild F.1 – Abhängigkeit von σ_1 , $\mu_1 - \mu_0$ und Q_{avg} von (a) der chromatischen Dispersion und (b) dem OSNR für optische 10-Gbit/s-NRZ-Signale, wenn $B_{\text{opt}} = 40$ GHz und $\alpha = 0,3$ beträgt	26
Bild F.2 – Abhängigkeit von σ_1 , $\mu_1 - \mu_0$ und Q_{avg} von (a) der chromatischen Dispersion und (b) dem OSNR für optische 10-Gbit/s-NRZ-Signale, wenn $B_{\text{opt}} = 240$ GHz und $\alpha = 0,2$ beträgt	26
Bild G.1 – Abhängigkeit von Q_{avg} von Q mit einer mittleren DGD von 30 ps	28
Bild G.2 – Histogramm von Q_{avg} , wenn Q zwischen 18,5 dB und 18,7 dB liegt	29
Tabelle 1 – Parameter des Überwachungssystems	10
Tabelle D.1 – Werte für T_r , B_{re} , B_{opt} und T_{res}	24

0 Einleitung

0.1 Hintergrund

Die Überwachung der Signalqualität ist ein wichtiger Aspekt für den Betrieb und die Wartung optischer Transportnetze (OTN). Aus Sicht des Netzbetreibers sind Überwachungstechniken erforderlich, um Verbindungen herzustellen, Schutzfunktionen einzurichten, eine Wiederherstellung und/oder Dienstleistungsverarbeitung zu ermöglichen. Damit diese Funktionen möglich sind, sollten die verwendeten Überwachungstechniken bestimmte allgemeine Anforderungen erfüllen: In-Betrieb-Messung (unterbrechungsfreie Messung), Erkennung der Signalverschlechterung (sowohl Abbau des SNR als auch Verzerrung der Wellenform), Fehlerortung (Ortung beeinträchtigter Abschnitte oder Knoten), Transparenz und Skalierbarkeit (unabhängig von der Signalbitrate und den Signalformaten) und Einfachheit (geringe Größe und niedrige Kosten).

Es gibt mehrere Ansätze unter Anwendung der Analog- sowie der Digitaltechnik zur Erkennung verschiedener Beeinträchtigungen: Ermittlung der Bitfehlerrate (BER) [1], [2], Fehlerblockerkennung, Messung der optischen Leistung, Ermittlung des optischen SNR mit Spektrummessung [3], [4], Pilottonerkennung [5], [6], Überwachung des Q-Faktors [7], Ermittlung der Pseudo-BER unter Anwendung von zwei Entscheidungsschaltungen [8], [9] und Auswertung des Histogramms mit Messung des synchronen Augendiagramms [10]. Ein grundlegender Überwachungsparameter für das Betriebsverhalten jedes digitalen Übertragungssystems ist seine Strecken-BER. Die BER kann jedoch nur mit BER-Messungen bei unterbrochenem Betrieb unter Anwendung eines bekannten Prüfbitmusters anstelle des tatsächlichen Signals richtig bewertet werden. Andererseits können In-Betrieb-Messungen nur eine grobe Schätzung durch Messung digitaler Parameter (z. B. BER-Ermittlung, Fehlerblockerkennung und Fehlerzählung bei der Vorwärtsfehlerkorrektur) oder analoger Parameter (z. B. optisches SNR und Q-Faktor) liefern.

Was gewünscht und untersucht wird, sind Verfahren zur Überwachung der Signalqualität, die ein gutes Maß für die Signalqualität ohne die Komplexität der Abläufe liefert. Wenn die BER des Systems zu gering ist, um innerhalb einer angemessenen Dauer gemessen zu werden, ist es hilfreich, Messungen des Q-Faktors durchzuführen. Sämtliche Verfahren auf der Grundlage von Abtastungen erfordern jedoch eine Synchronisation und dann eine Auswertung, damit sie hinsichtlich der Kosten und der Komplexität einem dem Protokoll entsprechenden Ablauf gerecht werden. Tatsächlich erfordert eine synchrone Abtastung eine Taktrückgewinnung mithilfe einer komplexen Einrichtung speziell für jede BER und jedes Format.

Die angegebene Situation hat sich glücklicherweise seit kurzem geändert. Es wurde ein einfaches asynchrones Histogrammverfahren für die Messung des Q-Faktors entwickelt [11], [12]. Es können unterschiedliche Verschlechterungsarten (d. h. Abbau des SNR und Wellenlängenverzerrung durch chromatische Dispersion) überwacht werden [13] und so Informationen über den Ursprung der Verschlechterungen liefern [14]. Eine asynchrone Abtastung ermöglicht eine von der Bitrate unabhängige Überwachung des Q-Faktors und dieselbe Einrichtung erfasst Bitraten bis 160 Gbit/s [15]. Darüber hinaus können sowohl optische NRZ- als auch RZ-Signale überwacht werden [11], und die Überwachung ist unabhängig von der Bitrate und dem Signalformat, die der Wellenlängenmultiplexkanal (WDM-Kanal) benutzt [16]. Die Überwachung des Betriebsverhaltens kann an unterschiedlichen Überwachungspunkten wie Repeatern der optischen Leitung, Regeneratoren oder optischen Switch-Knoten (erfordert Vormessung) erfolgen [17]. Mit anderen Worten kann dieses Verfahren an Überwachungspunkten angewendet werden, an denen ein elektrischer Anschluss nicht möglich ist. Im Hinblick auf zukünftige volloptische Netze besitzt ein optischer Switch-Knoten eine Überwachung des Betriebsverhaltens ohne elektrische Regeneration.

Die Messung des mittleren Q-Faktors Q_{avg} durch asynchrone Abtastung ist eine kosteneffiziente Alternative zu BER-Messungen. Sie ist einer der vielversprechenden Ansätze für die Überwachung des Betriebsverhaltens von intensitätsmodulierten LWL-Übertragungssystemen mit Geradeausempfang. Das Verfahren kann zur Überwachung sowohl von relativen als auch absoluten Werten der optischen Signalqualität angewendet werden.

Mit dem mittleren Q-Faktor, der aus den Parametern des Amplitudenhistogramms (Standardabweichung und mittlerer Pegel) ermittelt wird, kann die Gesamtwirkung der Verschlechterung der Qualität des optischen Signals durch Integrieren der Ursachen (wie ASE und chromatische Dispersion) überwacht werden. Aufgrund der asynchronen Abtastung ist der mittlere Q-Faktor unempfindlich gegen Schwankungen der optischen Signalqualität durch Taktjitter. Die nachfolgenden Abschnitte definieren den mittleren Q-Faktor und geben ein Verfahren zur Messung der optischen Signalqualität mithilfe des mittleren Q-Faktors an. Mit den Parametern

des Amplitudenhistogramms ist es auch möglich, die Ursprünge der BER-Verschlechterung (Abbau des SNR, Verzerrung der Wellenform) zu unterscheiden. Anhang F (informativ) enthält Informationen über die Abhängigkeit der Parameter des Amplitudenhistogramms vom OSNR und von der chromatischen Dispersion.

0.2 Gleichung für den mittleren Q-Faktor

Zur Erläuterung der Grundsätze dieses Verfahrens zeigt Bild 1 ein typisches asynchrones Augenmuster und sein Amplitudenhistogram, das durch asynchrone optische Abtastung ermittelt wurde. Unter den Abtastpunkten, die das Histogramm bilden, wird festgelegt, dass die Punkte mit einem Pegel oberhalb eines vorher festgelegten Schwellwertes μ_{th1} zum Pegel „Zeichen“ (d. h. „1“) gehören, während die Punkte mit einem Pegel unterhalb eines vorher festgelegten Schwellwertes μ_{th0} zum Pegel „Pause“ (d. h. „0“) gehören.

Der mittlere Q-Faktor Q_{avg} wird definiert mit

$$Q_{avg} = |\mu_{1,avg} - \mu_{0,avg}| / (\sigma_{1,avg} + \sigma_{0,avg}) \quad (1)$$

Dabei sind $\mu_{i,avg}$ und $\sigma_{i,avg}$ der Mittelwert und die Standardabweichung der Verteilungen der Zeichenpegel ($i = 1$) bzw. der Pausenpegel ($i = 0$) [12] bis [17]. Die durch asynchrone Abtastung erhaltenen Daten enthalten unerwünschte Crosspoint-Daten im Augendiagramm, die den Messwert des mittleren Q-Faktors senken. Die beiden Schwellwertpegel (μ_{th1} und μ_{th0}) werden festgesetzt, um die Crosspoint-Daten zu entfernen.

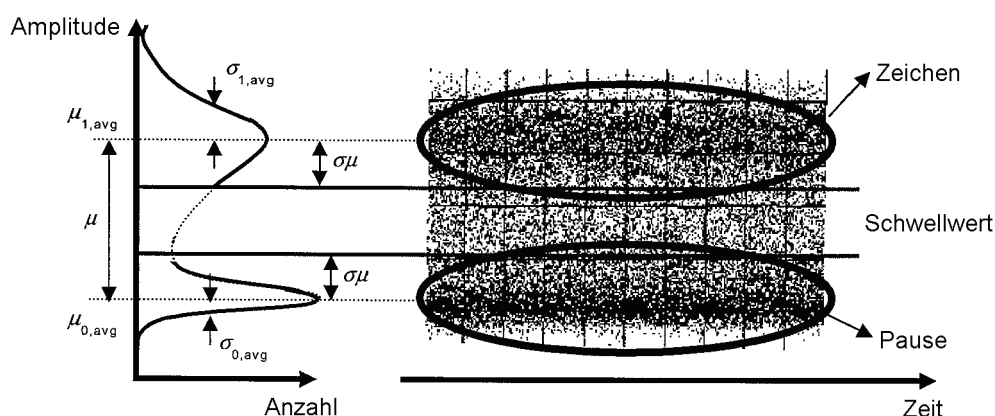


Bild 1 – Asynchrones Augenmuster und Amplitudenhistogramm

Das Wesentliche dieses Verfahrens ist, dass keine Taktrückgewinnung angewendet wird und asynchrone Augendiagramme ausgewertet werden. Aus diesem Grund bietet dieses Verfahren Flexibilität im Signalformat, in der Modulationsform und in der Bitrate.

1 Anwendungsbereich

Der vorliegende Teil von IEC 61280 definiert den mittleren Q-Faktor und legt ein Verfahren für dessen Messung unter Anwendung von Parametern des Amplitudenhistogramms wie der Standardabweichung und des mittleren Pegels fest.

Der mittlere Q-Faktor und die Parameter des Amplitudenhistogramms sind hilfreich bei der Überwachung von Veränderungen der optischen Signalqualität in installierten LWL-Netzen. Der mittlere Q-Faktor korreliert mit dem herkömmlichen Parameter Q eines gegebenen optischen Kanals.

Mit dem Prüfverfahren für den mittleren Q-Faktor können Verschlechterungen der Qualität infolge des Abbaus des optischen Signal-Rausch-Verhältnisses (OSNR) und von Verzerrungen der Wellenform überwacht werden:

- OSNR-Abbau durch:
 - Akkumulation der verstärkten spontanen Emission (ASE);
 - Verlust der Übertragungsleitung;
 - Kanal-Nebensprechen;
- Verzerrung der Wellenform durch folgende Ursachen (gewöhnlich gleichzeitig):
 - chromatische Dispersion;
 - Polarisationsmodendispersion (PMD);
 - optische Nichtlinearitäten.

ANMERKUNG 1 In einigen Fällen kann die Hauptursache der Signalverschlechterung (OSNR-Abbau oder Verzerrung der Wellenform) durch eine geeignete Verarbeitung der Messdaten ermittelt werden.

ANMERKUNG 2 Dieses Verfahren ist unempfindlich gegen Schwankungen der optischen Signalqualität, die durch Taktjitter erzeugt werden.

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 61280-2-2, *Fibre optic communication subsystem basic test procedures – Part 2-2: Test procedures for digital systems – Optical eye pattern, waveform and extinction ratio*.

ITU-T Recommendation G.959.1, *Optical transport network physical layer interfaces*.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokumentes gilt folgender Begriff.

3.1

mittlerer Q-Faktor

Parameter, der asynchron an direkt übertragenen digitalen optischen Signalen zur Qualitätsüberwachung dieser Signale gemessen wird

Anmerkung Dieser Parameter ist dem traditionellen Q-Faktor ähnlich.

4 Abkürzungen

ASE verstärkte spontane Emission

BER	Bitfehlerrate
EDFA	Erbium-dotierter optischer Verstärker
IM-DD	intensitätsmoduliert mit Geradeausempfang
NRZ	ohne Rückkehr zu null
OBPF	optisches Bandpassfilter
OSNR	optisches Signal-Rausch-Verhältnis
OTN	optische Transportnetze
PMD	Polarisationsmodendispersion
RZ	Rückkehr zu null
SNR	Signal-Rausch-Verhältnis
WDM	Wellenlängenmultiplex

5 Prüfeinrichtung

Die Hauptkomponenten des Messsystems sind ein optisches Bandpassfilter, ein Empfänger, ein Taktoszillator, ein elektrischer Impulsgenerator, ein Abtastmodul und eine Signalverarbeitungsschaltung, wie im Bild 2 dargestellt.

Üblicherweise wird der mittlere Q-Faktor unmittelbar nach dem optischen Verstärker der Leitungs- oder Regeneratorrepeater, den optischen Kreuzverteilern und anderen Konfigurationsknoten gemessen. Die Signalleistung, die für die Messung der Signalqualität benutzt wird, kann so eingestellt werden, dass sie am Eingang des optischen Verstärkers nicht unter das optische Signal-Rausch-Verhältnis (OSNR) fällt.

In den nachfolgenden Abschnitten ist eine genauere Beschreibung der Prüfeinrichtung enthalten.

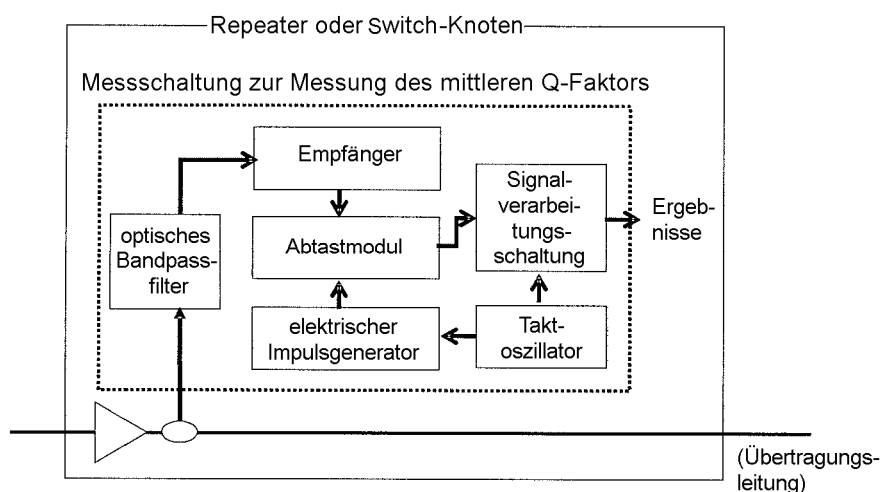


Bild 2 – Aufbau zur Messung des mittleren Q-Faktors

5.1 Optisches Bandpassfilter

Das optische Bandpassfilter (OBPF) muss verwendet werden, um unerwünschtes ASE-Rauschen aus dem optischen Verstärker zu entfernen oder/und um einen gesuchten Kanal aus dem WDM-Signal zu gewinnen. Die Bandbreite des optischen Filters B_{opt} sollte breiter als die Bitrate des optischen Signals sein. Die Abhängigkeit von Q_{avg} von B_{opt} wird im Anhang A beschrieben. Die Form des OBPF ist in ITU-T G.959.1/Bild B.2 festgelegt, wo zwei Parameter angegeben sind – das Leistungsunterdrückungsverhältnis des benachbarten Kanals und die Abweichung der Mittenfrequenz. Die Kennwerte, die von diesen Parametern abhängen, sind im Anhang B angegeben.