

DIN EN 61300-3-29

ICS 33.180.20

Entwurf

Einsprüche bis 2011-07-30
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 61300-3-29:2006-10 und
DIN EN 61300-3-29
Berichtigung 1:2008-11

**Lichtwellenleiter –
Verbindungselemente und passive Bauteile –
Grundlegende Prüf- und Messverfahren –
Teil 3-29: Untersuchungen und Messungen – Messverfahren zur
Charakterisierung der Amplitude der spektralen Übertragungsfunktion
von DWDM-Bauteilen
(IEC 86B/3182/CD:2011)**

Fibre optic interconnecting devices and passive components –
Basic test and measurement procedures –
Part 3-29: Examinations and measurements – Measurement techniques for characterising
the amplitude of the spectral transfer function of DWDM devices
(IEC 86B/3182/CD:2011)

Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques –
Méthodes fondamentales d'essais et de mesures –
Partie 3-29: Examens et mesures – Techniques de mesure pour caractériser l'amplitude
de la fonction de transfert spectrale des composants DWDM
(CEI 86B/3182/CD:2011)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2011-05-30 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 als Datei per E-Mail an dke@din.de 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 online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im
DIN und VDE (Hausanschrift: 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 67 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Allgemeine Beschreibung	5
4 Begriffe und Abkürzungen	6
5 Prüfaufbau	7
5.1 Messaufbau	7
5.2 Quelle	9
5.3 Nachlaufilter	9
5.4 Referenz Verzweiger Bauteil (en: Reference branching device, RBD)	9
5.5 Wellenlängenüberwachung	10
5.6 Wellenlängenüberwachung	10
5.7 Polarisationssteuergerät	10
5.8 Prüfling	10
5.9 Empfängersystem	11
5.10 Zeitweilige Verbindungen	12
6 Durchführung	12
6.1 Allgemeines	12
6.2 Vorbereitung der Prüflinge	13
6.3 Initialisierung des Systems (Inbetriebnahme)	13
6.4 Referenzmessung des Systems	13
6.5 Messung der Bauteilspektren	14
7 Charakterisierung des zu prüfenden Bauteils	14
7.1 Bestimmung der Übertragungsfunktionen	14
7.2 Messungen des Transmissionsspektrums $[T(\lambda)]$	15
7.7 Polarisationsabhängige Dämpfungen $PDL(\lambda)$	23
7.8 Polarisationsabhängige Mittenwellenlänge ($PDCW$)	24
7.9 Kanal Ungleichheit	25
8 Festzulegende Einzelheiten	25
8.1 Quelle	25
8.2 Polarisations Regler	25
8.3 Polarisator	25
8.4 Nachlaufilter	25
8.5 Referenz Verzweiger Bauteil (en: Reference branding device, RBD)	25
8.6 Wellenlängen Überwachung	26
8.7 Empfänger	26
8.8 Prüfling	26
Anhang A (informativ) Messungen des Reflexionsspektrums	27
Anhang B (informativ) Bestimmung der Parameter für das Wellenlängeninkrement	30
Anhang C (informativ) Bestimmung eines Mittelwertes mit der <i>Shorth</i> -Funktion	32

Bilder

Bild 1 – Grundlegender Messaufbau	7
Bild 2 – Messaufbau für einstellbare schmalbandige Lichtquellen Systeme	8
Bild 3 – Messaufbau für TNLS und einstellbare schmalbandige Empfänger Systeme.....	8
Bild 4 – Messaufbau für BBS und einstellbare schmalbandige Empfänger Systeme.....	8
Bild 5 – Systembezug für die Übertragungsmessung	13
Bild 6 – Normierte Übertragungsfunktion für ein Bandpassfilter a) und für ein Sperrfilter b).....	16
Bild 7 – Bandbreite und spektrale Bandbreite für ein Braggsches Faserbeugungsgitter (FBG).....	18
Bild 8 – X dB Bandbreite	19
Bild 9 – Bandpass Welligkeit	20
Bild 10 – Kanaltrennung	21
Bild 11 – Geringste Trennung benachbarter Kanäle.....	22
Bild 12 – Polarisationsabhängigkeit der Übertragungsfunktion.....	24
Bild 13 – Polarisationsabhängigkeit der Übertragungsfunktion.....	24
Bild A.1 – Messaufbau für ein Eintor-Bauteil.....	27
Bild A.2 – Messaufbau für Referenzspektrum der Strahlungsquelle.....	28
Bild A.3 – Messaufbau für die Systemkonstante.....	29
Bild C.1 – Beispielantwort und -x-dB-Wellenlänge	32
Bild C.2 – Beispiel für die -0,5-dB-Wellenlängen, beruhend auf <i>shorth</i> (vertikale gestrichelte Linie) und Mittelwert (vertikale Volllinie).....	33

Tabellen

Tabelle 1 – Prüfverfahren	6
---------------------------------	---

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 86B/3182/CD:2011 „Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-29: Examinations and measurements – Measurement techniques for characterising the amplitude of the spectral transfer function of DWDM devices“ (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 86B „Fibre optic interconnecting devices and passive components“ 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 diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium UK 412.7 „LWL-Verbindungstechnik und passive optische Komponenten“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

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.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 61300-3-29:2006-10 und DIN EN 61300-3-29 Berichtigung 1:2008-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Diversifizierung der Messverfahren und Berechnungsverfahren.

**Lichtwellenleiter –
Verbindungselemente und passive Bauteile – Grundlegende Prüf- und
Messverfahren –
Teil 3-29: Untersuchungen und Messungen –
Messverfahren zur Charakterisierung der Amplitude der spektralen
Übertragungsfunktion von DWDM-Bauteilen**

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 61300 legt zwei grundlegende Messverfahren für die Charakterisierung der spektralen Übertragungsfunktion von DWDM-Filterbauteilen fest.

Die Übertragungsfunktionen können für Messungen der Einfügedämpfung (*IL*), der polarisationsabhängigen Dämpfung (*PDL*), der Trennung, der Mittenwellenlänge, der Bandbreite (*BW*) und andere optische Betriebsverhalten verwendet 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 60050-731, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 731: Optical fibre communication*

IEC 61300-3-2, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-2: Examinations and measurements – Polarisation dependence of attenuation in a single mode fibre optic device*

IEC 61300-3-7, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-7: Examinations and measurements – Wavelength dependence of attenuation and return loss*

3 Allgemeine Beschreibung

Dieses Dokument ergänzt die Prüfverfahren für die Wellenlängenabhängigkeit der Dämpfung und Rückflusdämpfung (IEC 61300-3-7), die Polarisationsabhängigkeit der Dämpfung (IEC 61300-3-2) für DWDM Bauteile deren Kanalweiten geringer oder gleich 1 000 GHz (8 nm bei einem Wellenlängenband von 1 550 nm) sind.

Die Übertragungsfunktionen können genutzt werden, um die Messung der folgenden Betriebsverhaltensparameter zu entwickeln.

- Einfügedämpfung (en: insertion loss, IL)
- Polarisationsabhängiger Verlust (en: Polarisation dependent loss, PDL) und Polarisationsabhängige Zentralwellenlänge (en: Polarisation dependent centre wavelength, PDCW)
- Kanaltrennung (en: isolation) (Übersprechen)
- Zentralwellenlänge und Zentralwellenlängen Abweichung
- Bandbreite (en: bandwidth, BW)
- Gleichförmigkeit
- Kanalwellenlängentrennung (en: Isolation wavelength) (Kanalwellenlängentrennungsbereich)

Im Allgemeinen haben DWDM Bauteile eine Kanalbandbreite, die geringer als 1 nm ist, Filterantwortflanken, die größer als 100 dB/nm sind und eine Nebenbandunterdrückung, die sich über einige zehn nm erstreckt.

Die in dieser Norm beschriebenen Verfahren werden aufzeigen, wie die Übertragungsfunktionen von einem einzelnen Eingang zu einem einzelnen Ausgangsanschluss (Einzelleitpfad) gewonnen werden können. Für ein $m \times n$ Bauteil wird es notwendig sein, dieses Verfahren unter Nutzung aller möglichen Kombinationen von Eingangs- und Ausgangsanschlüssen, zu wiederholen.

Obwohl zu Anschauungszwecken Beispiele im C-Band dargestellt werden, sind die in diesem Verfahren beschriebenen Methoden zur Anwendung in jedem beliebigen Wellenlängenband (C, L, S, O usw.) vorgesehen.

Die beiden in dieser Norm enthaltenen Verfahren unterscheiden sich hauptsächlich dadurch, wie die Wellenlängenauflösung erhalten wird. Beim Verfahren A werden eine einstellbare Laserquelle und ein Breitbandempfänger eingesetzt, während beim Verfahren B eine breitbandige Quelle zum Einsatz kommt. Das Verfahren A hat zwei Verzweiger Verfahren. Verfahren A.1 und Verfahren A.2. Diese drei Messverfahren werden in Tabelle 1 zusammengefasst. Das Verfahren A.2 ist als Referenzprüfverfahren für DWDM-Elemente zu betrachten.

Tabelle 1 – Prüfverfahren

Verfahren	Bezeichnung	Quellen	Empfänger	Beispiele	Anmerkungen
A.1	TNLS im sweep Modus + BBD	TNLS im sweep Modus	BBD	TNLS + DUT + OPM	Alternative
A.2	TNLS im sweep Modus + TND	TNLS im sweep Modus	TND	TNLS + DUT + OSA	Referenz
B	BBS + TND	BBS	TND	BBS + DUT + OSA	Alternative

ANMERKUNG TNLS: Einstellbare Schmalband Lichtquelle, BBS: Breitband Lichtquelle (weiße Lichtquelle), BBD: Breitband Empfänger und TND: Einstellbarer Schmalband Empfänger

Die in dieser Norm enthaltenen Anhänge veranschaulichen Folgendes:

Anhang A: Messungen des Reflexionsspektrums

Anhang B: Bestimmung von Parametern für das Wellenlängeninkrement

Anhang C: Bestimmung eines Mittelwertes mit der *Shorth*-Funktion

4 Begriffe und Abkürzungen

Viele Begriffe und Abkürzungen in diesem Dokument sind in der Rahmennorm IEC 60050-731 beschrieben. Einige allein für dieses Messverfahren zutreffende Begriffe und Abkürzungen sind nachfolgend angegeben.

ASE: Verstärkte Spontanemission (en: Amplified spontaneous emission)

BBD: Breitbandempfänger (en: Broadband detector)

BBS: Breitbandlichtquelle (en: Broadband light source)

BW: Bandbreite: Die Spektralbreite eines Signals oder Filters. Im Falle eines Lasersignals, wie bei einer einstellbaren Laserquelle, wird der Begriff Linienbreite im Allgemeinen bevorzugt. Oft definiert durch die Breite eines Soll-Leistungsabstands vom Spitzenleistungspegel des Bauteils (d. h. 3 dB BW oder 1 dB BW). Sie muss in den Fällen, wo die spektrale Form mehr als 2 derartige Punkte aufweist, als Abstand zwischen den jeder Seite der Mittenwellenlänge am nächsten liegenden Kreuzungspunkten definiert werden. Der Abstand zwischen den äußersten Kreuzungspunkten kann als Gesamtspektralbreite angesehen werden.

DOP: Grad der Polarisation (en: Degree of polarisation)

DUT:	Prüfling (en: Device under test)
DWDM:	Dichtes WDM: WDM Bauteil, das zum Betrieb für Kanalweiten kleiner oder gleich 1 000 GHz gedacht ist.
δ	Schrittweite der Wellenlänge während einer Messung.
λ_h	Mittenkanal- oder Nennbetriebswellenlänge für ein Bauteil.
OPM:	Optisches Leistungsmessgerät (en: Optical power meter)
OSA:	Optischer Spektrumsanalysator
OWR	Betriebswellenlängenbereich. Der mittig zur Nennbetriebswellenlänge liegende festgelegte Bereich der Wellenlängen von λ_{hmin} bis λ_{hmax} , in dem ein DWDM-Bauteil arbeitet.
PDCW:	Polarisationsabhängige Zentralwellenlänge (en: Polarisation dependent centre wavelength)
PDL:	Polarisationsabhängiger Verlust: höchste Abweichung der Einfügedämpfung durch die Variierung des Polarisationsstatus (en: state of polarisation, SOP) über alle SOP.
RBD:	Referenz Verzweiger Bauteil (en: Reference Branching Devices)
SOP:	Polarisationszustand. Die Verteilung der Lichtenergie bei den beiden linear unabhängigen Lösungen der Wellengleichungen für das elektrische Feld.
SSE:	Spontanemission der Quelle. Breitbandige Emissionen aus einem Laserresonator, die keine Phasenbeziehung zum Resonanzraumfeld haben. Diese Emissionen können als das Grundlinienrauschen eines optischen Spektralanalysators betrachtet werden.
TJ:	Zeitweise Verbindung (en: Temporary joint)
TLS:	Einstellbare Laserquelle (en: Tuneable laser source)
TND:	Einstellbarer Schmalband Empfänger (en: Tuneable narrowband detector)
TNLS:	Einstellbare Schmalband Lichtquelle (en: Tuneable narrowband light source)
WDM:	Wellenlängen Multiplexer: Ausdruck, der häufig als Synonym für einen Wellenlängen selektiven Verzweiger benutzt wird.

5 Prüfaufbau

5.1 Messaufbau

Im folgenden Bild 1 ist der grundlegende Messaufbau für die Ermittlung der Kennwerte von DWDM-Bauteilen dargestellt.

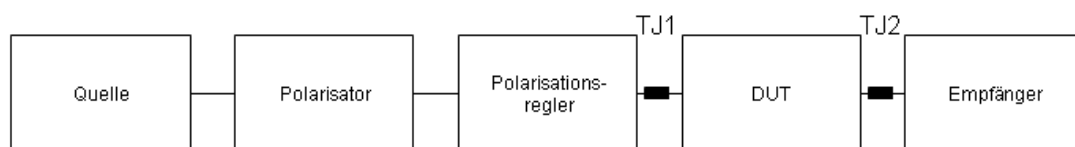


Bild 1 – Grundlegender Messaufbau

Wie in der allgemeinen Diskussion erwähnt, umfasst dieses Verfahren drei unterschiedliche Verfahren, die sich grundsätzlich dadurch unterscheiden, wie die Wellenlängenauflösung ermittelt wird. Es gibt drei Hauptinflussgrößen auf die Wellenlängenauflösung: die Linienbreite der Quelle oder die Bandbreite des einstellbaren Schmalband Empfängers, die analoge Bandbreite des Empfängersystems und die Änderungsrate der Wellenlänge.

Wenn die Wellenlängenauflösung der Messung bestimmt worden ist, sollte die Schrittweite der Wellenlängenabtastung (δ) kleiner als die halbe Bandbreite des Systems sein, damit der Mittelwert der Dämpfung exakt gemessen werden kann.

Die Bandbreite des Systems wird durch Faltung der effektiven Quellenbandbreite mit der Änderungsgeschwindigkeit der Wellenlänge über der Zeitkonstanten des Empfängers bestimmt. Praxisbedingte Einschränkungen können zu kleineren oder größeren Bandbreiten als den empfohlenen führen. Zwei Warnungen bei kleineren Bandbreiten: Erstens können kohärente Interferenzeffekte zu zusätzlichen Messfehlern führen und zweitens könnte eine Unterabtastung des Bauteils zu falschen Darstellungen der rekonstruierten Übertragungsfunktion führen. Bei der Verwendung zu großer Bandbreiten könnte die rekonstruierte Übertragungsfunktion feine Strukturen verwischen und Anstiege des Antwortverhaltens verzerren. Da die Anstiege des Antwortverhaltens 100 nm/dB überschreiten können, können kleine Wellenlängenunsicherheiten zu großen Fehlern des Amplitudenganges führen. Es ist im Allgemeinen erforderlich, die Auflösungsbandbreite beruhend auf den Bauteilkennwerten auszuwählen und bei den festzulegenden Einzelheiten zu beachten.

Wie in Tabelle 1 der allgemeinen Beschreibung erklärt, gib es drei Messverfahren. In den Bildern 2, 3 und 4 werden die üblichen Aufbauten für die Verfahren A.1, A.2 und B gezeigt.

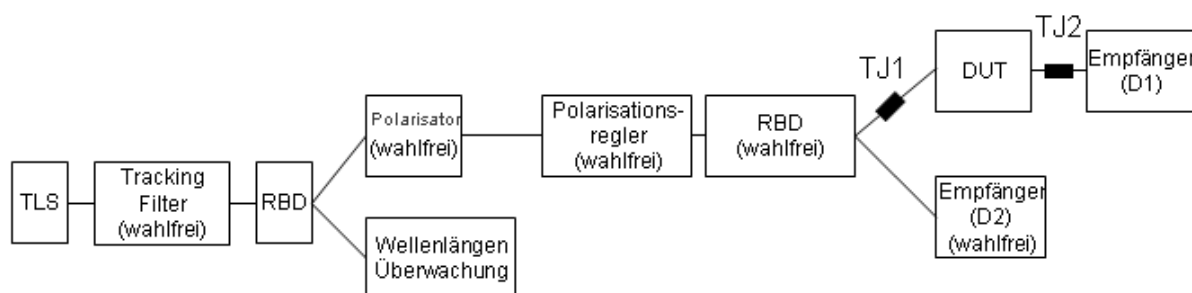


Bild 2 – Messaufbau für einstellbare schmalbandige Lichtquellen Systeme

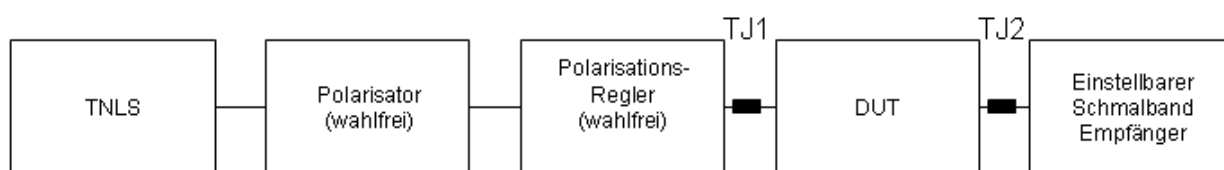


Bild 3 – Messaufbau für TNLS und einstellbare schmalbandige Empfänger Systeme

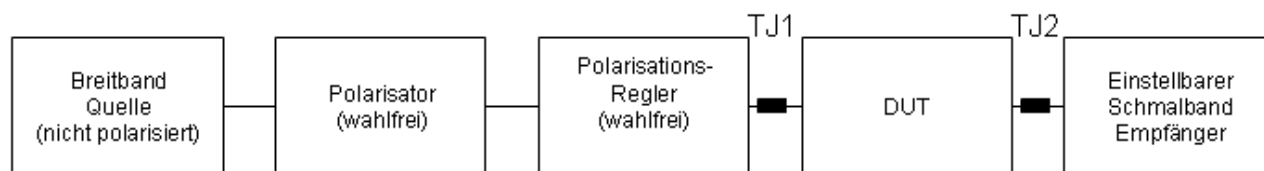


Bild 4 – Messaufbau für BBS und einstellbare schmalbandige Empfänger Systeme

5.2 Quelle

5.2.1 Einstellbarer Laser, Verfahren A

Bei diesem Verfahren wird eine polarisierte einstellbare Schmalband Lichtquelle (TNLS) eingesetzt, deren spezifische Ausgangswellenlänge ausgewählt werden kann und die über einen festgelegten Wellenlängenbereich einstellbar ist. Die „Quelle“ könnte auch ein Mitlauffilter, einen Referenzverzweiger und einen Wellenlängenmonitor einschließen, wie in Bild 2 dargestellt. Diese Ergänzungsteile können wahlweise zum Einsatz kommen, wenn sie mit den Messanforderungen und den Spezifikationen der einstellbaren Laserquelle im Einklang stehen.

Die Stabilität der Leistung muss während der Messdauer bei jeder der Betriebswellenlängen besser als $\pm 0,01$ dB sein. Diese Stabilität kann durch Einsatz des optischen Empfängers D2 in Bild 2 als Referenzempfänger erreicht werden. Die Leistungsschwankungen können ausgeglichen werden, wenn D2 mit D1 synchronisiert ist. Es sollte beachtet werden, dass das dynamische Verhalten der zwei Leistungsmessgeräte die gleiche elektrische Bandbreite aufweisen sollte. Die Ausgangsleistung der TLS muss ausreichend sein, um für die Messeinrichtung hinsichtlich des Dynamikbereiches eine Größenordnung mehr an Leistung bereitzustellen als für den Dynamikbereich des Bauteils (d. h., mit der Messeinrichtung sollte eine Raste von 50 dB messbar sein, wenn das Bauteil ein 40-dB-Sperrfilter ist).

Die Wellenlängengenauigkeit der TLS muss etwa eine Größenordnung kleiner als die Schrittweite für jeden Punkt innerhalb des Messbereiches sein. Diese Genauigkeit kann durch Rückführung des Wellenlängenmonitors auf die TLS erreicht werden. Der Abstimmbereich der TLS muss den gesamten Spektralbereich des DWDM-Bauteils einschließen und über diesen Abstimmbereich sollte die Strahlungsquelle kein Modenspringen zeigen.

Das Seitenmoden-Unterdrückungsverhältnis und die SSE der TLS sollten ausreichend sein, um ein Signal/Rausch-Verhältnis bereitzustellen, das eine Größenordnung besser ist, als es für die Messung erforderlich ist, oder für die Messung von Sperrfiltern muss die Anwendung eines Mitlauffilters gefordert werden. Die SSE kann an einem optischen Spektralanalysator mit einer Auflösungsbandbreite von 0,1 nm gemessen werden. Die Messpunkte sollten im halben Abstand zwischen möglichen DWDM-Kanälen liegen (d. h. bei 50 GHz von der Mittenfrequenz bei einem 100-GHz-DWDM-Bauteil). So sollte beispielsweise die SSE -60 dB bei der Messung einer Dämpfung von 50 dB betragen.

5.2.2 Breitband Quelle (BBS), Verfahren B

Bei diesem Verfahren wird eine unpolarisierte breitbandige Lichtquelle, wie eine LED, oder eine Strahlungsquelle mit verstärkter Spontanemission (ASE) angewendet. Das Spektrum der Strahlungsquelle muss über den gesamten Wellenlängenbereich des Prüflings eine ausreichende optische Leistung liefern. Dieser Faktor ist besonders bei der Messung von Sperrfiltern wichtig, wo für genaue Messungen eine hohe dynamische Auflösung des Systems (üblicherweise > 50 dB) erforderlich ist.

Die optische Leistung der Lichtquelle muss entweder während der Prüfdauer stabil sein oder in einer wellenlängenspezifischen Art mit einem Referenzpfad (möglicherweise bestehend aus einem RBD und einem synchronisierten TND) normiert werden.

5.3 Nachlauffilter

Der Nachlauffilter wird benötigt, wenn der Dynamikbereich der TLS und des Empfängers für Messungen keine Tiefe von mindestens 10 dB Größer als durch die Form des DUT gefordert und des Breitband SSE des TLS erlaubt. Das Filter muss dem TLS folgen um die größte SSE Unterdrückung und die größte übertragene Leistung zu ermöglichen, wenn der TLS über den Messbereich abgetastet wird. Es sollte angemerkt werden, dass die Spektrale Form des Filters die effektive Linienweite des Systems beeinflusst.

5.4 Referenz Verzweiger Bauteil (en: Reference branching device, RBD)

Die Konfiguration des BRD ist 1x2 oder 2x2. Wenn seine Konfiguration 2x2 ist, ist ein Anschluss abzuschließen um eine Rückstreuung von mindestens -50 dB zu haben. Das Aufteilverhältnis des RBD muss über die Frequenz stabil sein. Es muss ebenfalls gegenüber Polarisation unempfindlich sein. Die

Polarisationsempfindlichkeit der Übertragungsdämpfung muss geringer als ein Zehntel der Wellenlängenabhängigkeit der gemessenen Dämpfung sein. Die Polarisationsmodendispersion des BRD muss geringer als die Hälfte der Kohärenzzeit der Quelle um nicht das Eingangssignal zu depolarisieren. Das Teilungsverhältnis muss ausreichen, um den dynamischen Bereich für die Messung der Übertragungsfunktion und die Leistungsnotwendigkeiten für den einwandfreien Betrieb des Wellenlängenmessgerätes zu ermöglichen.

5.5 Wellenlängenüberwachung

In diesem Prüfverfahren muss die Wellenlängengenauigkeit der Quelle extrem genau sein und eng überwacht werden. Wenn die Einstellgenauigkeit des TLS für die Messung nicht ausreicht, ist eine Wellenlängenüberwachung notwendig. Für dieses Messverfahren ist es notwendig, den spektralen Spitzenwert jedes Eingangssignals in der Bandbreite des Bauteils mit einer Genauigkeit zu messen, die ungefähr eine Größenordnung größer als die Schrittweite ist. Deshalb beinhaltet die Wellenlängenüberwachung ein optisches Wellenlängenmessgerät oder eine Gasabsorptionszelle (wie eine Acetylen-Zelle). Wenn eine Gasabsorptionszelle benutzt wird, muss die Wellenlängen Genauigkeit des TLS für die Auflösung der Absorptionslinien ausreichen.

Die Wellenlängen Wiederholbarkeit des TLS und der Überwachung betreffend, sollte verstanden werden, dass wenn der Prüfaufbau 0,1 dB Welligkeit mit 30 pm Zeitspanne hat, dann kann eine zufällige 3 pm Wellenlängenabweichung von der Referenzabtastung zur Bauteilabtastung einen Dämpfungsfehler von mehr als 0,03 dB verursachen.

Der Polarisationsgrad (DOP) der Lichtquelle sollte kleiner als 10 % sein, um systematische Fehler bei den Messungen zu vermeiden, bei denen unpolarisiertes Licht gefordert ist. Es sollte sorgfältig darauf geachtet werden, dass die Schmalbandigkeit des einstellbaren Filters den effektiven DOP nicht über diesen Grenzwert ansteigen lässt.

In einigen Fällen könnte das bei diesem Verfahren verwendete einstellbare Filter hinter der BBS angeordnet werden und schafft so eine unpolarisierte TLS. In diesem Fall sollten die Filterkennwerte so sein, wie es im Abschnitt für den einstellbaren Empfänger beschrieben wird (5.9.2).

5.6 Wellenlängenüberwachung

Für das BBS Verfahren (Verfahren B), ist die Überwachung wahlfrei, wenn eine polarisationsabhängige Messung nicht notwendig ist. Wenn diese in diesem Aufbau verwendet wird, muss sie eine Auslöschungsrate von mindestens 20 dB zur Verfügung stellen.

5.7 Polarisationssteuergerät

Das Polarisationssteuergerät wird für die Steuerung des Eingangspolarisationszustands (SOP) verwendet. Die Einzelheit des Polarisationssteuergerätes wird als PSCS (Polarisations Status Wechsel System – en: polarisation state change system) nach IEC 61300-3-2 festgelegt. Das Dokument legt zwei Typen von PSCS fest, für alle Polarisationsverfahren und das „Müller Matrix“-Verfahren. Bei einer polarisationsabhängigen Messung wird das Steuergerät zur Erzeugung von vier bekannten Polarisationszuständen für Prüfzwecke verwendet. Diese Zustände müssen getrennt und gut bekannt sein, um genaue PDL-Messungen vornehmen zu können. Die Rückflusssdämpfung am Eingang zum Steuergerät muss > 50 dB sein, damit beim Verfahren A kein polarisiertes Licht zum TLS-Laserhohlraum zurückreflektiert werden kann. Dies kann zum Schutz der TLS auch mit einem LWL-Isolator erreicht werden.

5.8 Prüfling

5.8.1 Allgemeines

Der Prüfling muss ein DWDM-Bauteil sein. Für die Anwendung dieser Norm müssen die Prüftore ein Einzel-„Eingangs/Ausgangs“-Pfad sein. Das hier beschriebene Verfahren erlaubt eine Weiterführung, um zu einem einzigen Messsystem zu gelangen, das sogar mit einem $M \times N$ -DWDM-Bauteil umgehen kann. Es ist zu beachten, dass diese Messungen sehr empfindlich gegen Reflexionen sind, so dass Maßnahmen gegen Reflexionshöhlräume im Prüfaufbau zu treffen sind.

In vielen Fällen sind die Kennwerte von DWDM-Bauteilen temperaturabhängig. Bei diesem Messverfahren wird davon ausgegangen, dass ein derartiges Bauteil während des Verfahrens auf einer konstanten Temperatur gehalten wird. Die absolute Messgenauigkeit kann durch die Genauigkeit der für die Aufrechterhaltung einer konstanten Temperatur verwendeten Heiz- und Kühleinrichtung eingeschränkt werden. Wenn beispielsweise bekannt ist, dass ein Bauteil eine Temperaturabhängigkeit von $0,01 \text{ nm/}^{\circ}\text{C}$ hat, und die Temperatur während der Versuchsdurchführung auf einer Solltemperatur $\pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ gehalten wird, werden alle gewonnenen spektralen Ergebnisse eine Messunsicherheit von $0,02 \text{ nm}$ infolge des Temperatureinflusses besitzen.

5.8.2 Optische Bauteilein- / ausgänge

Bei der Verwendung von Steckverbindern oder bei Stirnflächenkopplung sind PC-Steckverbinder oder ein Fluid zur Indexanpassung zu verwenden, um Interferenzeffekte zu vermeiden.

5.9 Empfängersystem

5.9.1 Breitbandempfänger (D1, D2), Verfahren A.1

Die Empfänger, die für dieses Verfahren eingesetzt werden, bestehen aus einem breitbandigen optischen Empfänger, der zugehörigen Elektronik und einem Anschlussstück an einen Lichtwellenleiter. Die optische Verbindung kann eine Anschlussbuchse für einen LWL-Steckverbinder, eine Anschlussfaser oder ein mantelloser Faseradapter sein. Die Rückstreuung von den Empfängern D1 und D2 sollte mit geeigneten Maßnahmen gering gehalten werden. Zu bevorzugen sind entweder ein APC-Steckverbinder oder ein PC-Steckverbinder in Verbindung mit einem optischen Isolator. Es sollte beachtet werden, dass der Beitrag eines verwendeten APC-Steckverbinders zur Messung etwa $0,03 \text{ dB}$ des PDL ist. Der optische Isolator muss WDL und PDL verkleinern. Es sollte angemerkt werden, dass die Nutzung eines optischen Isolators einen ungefähren Beitrag von $0,05 \text{ dB}$ zur PDL liefert.

Der Dynamikbereich und die Empfindlichkeit der Empfänger sollten ausreichend sein, um das von Prüfsystem und Prüfling geforderte Grundrauschen messen zu können. Es ist im Allgemeinen erforderlich, einen Dynamikbereich von etwa 10 dB breiter als die messbare Trennung des Bauteils zu haben, und zwar bei einer Empfindlichkeit von mindestens 5 dB unter der erwarteten Sperrdämpfung beim Leistungspegel des Prüfsystems. Wenn beispielsweise die maximale Trennung des Bauteils 40 dB , der maximale Verlust des Bauteils 5 dB und die optische Leistung des Prüfsystems -5 dBm beträgt, dann wäre für die Empfänger eine Empfindlichkeit von mindestens -55 dBm und ein Dynamikbereich von mindestens 50 dB erforderlich (d. h., sollte bei -5 dBm nicht in die Sättigung kommen).

Die Empfänger sollten eine Auflösung von $0,001 \text{ dB}$ und eine Linearität von besser als $0,02 \text{ dB}$ über den Wellenlängendurchlassbereich besitzen. Die Stabilität der Leistungsempfänger sollte ebenso im Durchlassbereich $0,01 \text{ dB}$ über die Messdauer überschreiten. Bei polarisationsabhängigen Messungen sollte die Polarisationsabhängigkeit des Empfängers geringer als $0,01 \text{ dB}$ sein.

Wenn ein Empfänger während der Messfolge ab- und wieder zugeschaltet werden muss, muss der Kopplungswirkungsgrad für die beiden Messungen erhalten bleiben. Der Einsatz eines großflächigen Empfängers zur Aufnahme des gesamten von der Faser ausgestrahlten Lichts wird empfohlen, jedoch sollte sichergestellt werden, dass die Stabilität der Empfängerparameter nicht durch Schwankungen der Empfangsgleichmäßigkeit über der wirksamen Fläche des Empfängers beeinträchtigt wird. Außerdem wird empfohlen, die Stirnfläche des Empfängers nicht im rechten Winkel zum einfallenden Licht anzuordnen, um so Rückstrahlungen zu verringern, solange sichergestellt ist, dass Polarisierungseffekte auf ein Minimum verringert werden.

Ein weiterer wichtiger Parameter für Empfänger ist die elektrische Bandbreite. Da es beabsichtigt ist, diese Messung so schnell wie möglich durchzuführen, werden die Antwortzeiten der Empfänger ein begrenzender Faktor für die Dauer, die für jedem Schritt abgewartet werden muss (oder für die Genauigkeit der Messwert-erfassung bei einem Wobbelsystem).

5.9.2 Einstellbarer Empfänger, Verfahren A.2 und B

Bei diesem Verfahren wird die optische Ausgangsgröße des Prüflings mit einem schmalbandigen einstellbaren Empfänger gemessen, z. B. mit einem optischen Spektralanalysator. Der Analysator kann aus einem Monochromator oder einem einstellbaren Bandpassfilter mit einem nachgesetzten Fotodiodenempfänger bestehen. Vor der Aufnahme von Messwerten muss die absolute Wellenlänge von Spektralanalysator, Monochromator oder einstellbarem Filter präzise kalibriert werden.

Wie in 5.3 angegeben, ist es bei diesem System auch vorstellbar, ein Nachlauffilter unmittelbar der breitbandige Lichtquelle nachzusetzen (und nicht vor den Empfänger), mit den Vorbehalten hinsichtlich der vereinbarten effektiven Linienbreite der Lichtquelle.

Der Empfänger muss den gleichen in 5.2.1 für das Verfahren mit einstellbarem Laser beschriebenen Anforderungen hinsichtlich Stabilität, Dynamikbereich, Empfindlichkeit, Auflösung und Linearität genügen. Bei diesem Verfahren besteht ein Unterschied darin, dass die Leistungsdichte des BBS über die optische Bandbreite des Empfängers dazu neigt, viel weniger Leistung zu besitzen als ein auf einem gleichwertigen Laser basierendes System, so dass die Empfindlichkeit viel besser sein muss, um die gleiche Messung durchzuführen.

Im Falle des Verfahren A.2, muss der Bandfilter des einstellbaren schmalbandigen Empfängers breiter sein als die schmalbandige einstellbare Lichtquelle.

5.10 Zeitweilige Verbindungen

Zeitweilige Verbindungen (en: Temporary joints, TJ) werden festgelegt, um alle Komponenten des Systems, einschließlich des Prüflings, miteinander zu verbinden. Beispiele für zeitweilige Verbindungen sind Steckverbinder, Spleiß, Vakuumspannfutter oder Mikromanipulator. Die Dämpfung der TJ muss stabil sein und sollte eine Rückflussdämpfung von mindestens 10 dB mehr als die zu messende maximale Rückflussdämpfung haben. Bei Verwendung von Steckverbindern werden winklige Steckverbinder bevorzugt.

6 Durchführung

6.1 Allgemeines

In den folgenden Abschnitten wird das Messverfahren beschrieben, mit dem die Daten für ein DWDM-Bauteil erfasst und analysiert werden können. Da diese Bauteile eine gewisse Polarisationsempfindlichkeit besitzen, sind sämtliche Messungen entweder nach dem „Verfahren mit allen Zuständen“ oder dem „Mueller-Matrix-Verfahren“, die in IEC 61300-3-12 beschrieben sind, durchzuführen. Beide Verfahren werden in diesem Schriftstück wiederholt. Aufgrund der Anzahl der üblicherweise erforderlichen Datenpunkte für die Charakterisierung der Bauteile ist es für die Durchführung praktikabler, das Verfahren mit Mueller-Matrix anzuwenden. Im Falle von Meinungsverschiedenheiten ist das Verfahren mit allen Zuständen (mit ausreichender Überdeckung) als Bezugsverfahren durchzuführen. Dieses Verfahren gilt für beide Messsysteme und die Unterschiede werden im Text hervorgehoben.

Wenn für die Messung keine Polarisationsangaben gefordert sind (möglicherweise für eine Wareneingangsprüfung), ist es annehmbar, Verfahren B ohne Polarisationssteuergerät anzuwenden. In diesem Fall ist die gemessene unpolarisierte Übertragungsfunktion oder der Bezugswert gleich der „mittleren“ Übertragungsfunktion oder dem Bezugswert, der im Text aufgeführt wird.

Der Vollständigkeit halber ist es wichtig, darauf hinzuweisen, dass es einfache Faserbauteile gibt, wie z. B. Braggsche Faserbeugungsgitter (FBG), die in DWDM-Bauteilen verwendet werden. Der hauptsächliche Unterschied dieser einfachen Bauteile im Gegensatz zu den in dieser Norm beschriebenen Multitor-Bauteilen besteht darin, dass sie als Einzeltor betrieben werden können. Um aufzuzeigen, wie das vorliegende Messverfahren erweitert werden kann, um Einzeltor-Bauteile richtig zu gebrauchen, wird der Leser auf Anhang A dieses Schriftstückes verwiesen.

6.2 Vorbereitung der Prüflinge

Alle Eingangs- und Ausgangsoptiken sind zu reinigen und nach den einheitlichen Industriepraktiken oder den Empfehlungen des Bauteilherstellers zu kontrollieren.

6.3 Initialisierung des Systems (Inbetriebnahme)

Das Prüfsystem wird so eingestellt, dass der zu untersuchende Wellenlängenbereich ($\lambda_{\min} - \lambda_{\max}$) oder die Spanne in Schritten von δ , wie es in den Spezifikationen zur Messung festgelegt ist, durchlaufen werden kann. In Anhang B wird für Bezugszwecke dargestellt, wie eine entsprechende Schrittweite bestimmt werden kann anhand der beabsichtigten Wellenlängengenauigkeit, dem Anstieg der Antwortkurve am Schnittpunkt der Mittenwellenlänge und dem maximal möglichen Leistungsfehler bei der Messung des Durchlassbandes.

6.4 Referenzmessung des Systems

6.4.1 Allgemeines

Für die Bestimmung der Übertragungsfunktion wird es notwendig sein, auf die immanenten Einflussgrößen des Prüfsystems hinzuweisen. Bei der Prüfung eines Mehrfachanschluß-Bauteils wird es nicht notwendig sein, den Referenzschritt vor jeder Messung zu wiederholen.

6.4.2 Messung des Referenzspektrums für das Verfahren A

Bei diesem Schritt wird der Prüfling aus Bild 2 oder 3 entfernt und der Ausgang des Polarisationssteuergerätes wird direkt mit dem Empfänger D1 verbunden, wie in Bild 4 dargestellt. Die TLS muss dann über den Wellenlängenbereich abgetastet werden, wobei die Wellenlängenmessungen mit dem Wellenlängenmonitor, die Übertragungsmessungen an D1 und die Messungen zur Überwachung der Strahlungsquelle an D2 vorgenommen werden. Es sollte beachtet werden, dass in diesem Schriftstück von einer Messung der Leistung auf einer linearen Skala ausgegangen wird. Die Art und Weise, wie die Polarisationszustände während des Durchlaufs gesteuert werden, unterscheidet sich nach dem angewendeten Verfahren.

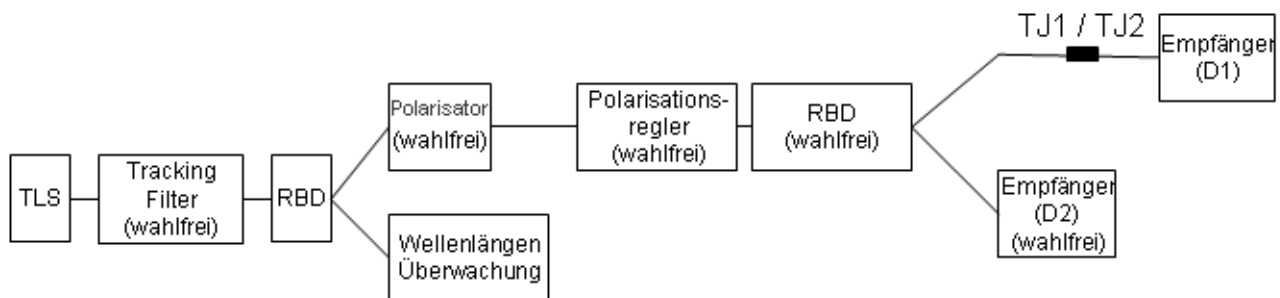


Bild 5 – Systembezug für die Übertragungsmessung

Für den Fall, dass das Verfahren mit allen Zuständen angewendet wird, muss die Polarisation für jeden Schritt im Wellenlängendurchlauf über alle Zustände verändert werden. Es wird bei jeder Wellenlänge notwendig sein, Größt-, Kleinst- und Mittelwerte der Übertragungsleistung sowie den Durchschnittswert der überwachten Strahlungsleistung zu erfassen. Dies führt zu den Matrizen für $t_{L\max}(\lambda)$, $t_{L\min}(\lambda)$, $t_{Lave}(\lambda)$ und $m_{ave}(\lambda)$. Es sollte sichergestellt werden, dass bei jedem Polarisationszustand ausreichend abgewartet wird, um genaue Leistungsmesswerte zu erhalten.

Bei der Anwendung des „Müller-Matrix“-Verfahrens ist es praktikabler, einen vollständigen Durchlauf bei jedem der vier bekannten Polarisationszustände durchzuführen. Üblicherweise wird angewendet: A) linear horizontal, B) linear vertikal, C) linear diagonal und D) zirkular rechtsdrehend. Dies führt zu den Matrizen für $t_{LA}(\lambda)$, $t_{LB}(\lambda)$, $t_{LC}(\lambda)$, $t_{LD}(\lambda)$, $m_A(\lambda)$, $m_B(\lambda)$, $m_C(\lambda)$ und $m_D(\lambda)$. Dies kann auch in einem einzigen Durchlauf

ausgeführt werden, indem die Polarisationszustände bei jedem Wellenlängenschritt verändert werden, jedoch ist dies hinsichtlich der Dauer für die Vervollständigung der Messung weniger effektiv.

6.4.3 Messung des Referenzspektrums für Verfahren B

Wie im vorigen Fall wird der Prüfling aus dem Prüfaufbau (Bild 3) herausgenommen. Hier wird der Ausgang des Polarisationssteuergerätes mit dem einstellbaren schmalbandigen Empfänger verbunden und der Empfänger wird über den gesamten Wellenlängenmessbereich durchgestimmt. Die Messwerte des Empfängers müssen gleichwertige Matrizen wie in 6.4.2 liefern. Wenn die Messung mit unpolarisiertem Licht ausgeführt wird, dann erhält man nur den $t_{\text{Lave}}(\lambda)$ -Bereich.

6.5 Messung der Bauteilspektren

Die in 6.4.2 (oder 6.4.3) beschriebene Durchführung der Messung ist mit dem in den Prüfaufbau eingesetzten Prüfling zu wiederholen. Damit können die Übertragungs- und Monitorspektren der Strahlungsquelle $[T_L(\lambda)$ und $M(\lambda)]$ erfasst und gespeichert werden.

7 Charakterisierung des zu prüfenden Bauteils

7.1 Bestimmung der Übertragungsfunktionen

7.1.1 Allgemeines

Nachdem das in Abschnitt 6 beschriebene Messverfahren vollständig durchgeführt worden ist, können aus den erfassten Daten die entsprechenden Übertragungsfunktionen (Minimum, Maximum, Mittelwert) bestimmt werden.

7.1.2 Einrechnung von Schwankungen der Strahlungsquelle

Wenn der Anschluss für den Strahlungsquellenmonitor nicht verwendet wird, dann kann dieser Abschnitt übersprungen werden. Wenn der Anschluss benutzt wird, sollten die verschiedenen Übertragungsspektren für das Mueller-Matrix-Verfahren nachgerechnet werden mit:

$$T_L'(\lambda) = T_L(\lambda)/M(\lambda) \text{ oder } t_L'(\lambda) = t_L(\lambda)/m(\lambda)$$

Für das Verfahren mit allen Polarisationszuständen braucht die Nachberechnung nur für den gemittelten Leistungsbereich ausgeführt zu werden, weil es keinen Weg gibt, die maximalen und minimalen Polarisationszustände zwischen den Referenz- und Monitorwegen aufeinander zu beziehen, ohne die Ergebnisse jedes einzelnen Zustandes zu speichern.

Es sollte beachtet werden, dass im Weiteren dieses Schriftstückes T' durch T oder t' durch t in den Gleichungen ersetzt werden darf. Der Hauptfaktor bleibt der Zweckmäßigkeit überlassen.

7.1.3 Berechnungen für das Verfahren mit Mueller-Matrix

Wenn das Mueller-Matrix-Verfahren angewendet wird, ist es nun erforderlich, die Messwerte aus den bekannten Zuständen in ihre entsprechenden Kleinst-, Größt- und Mittelwerte umzuformen. Dies wird durch Aufstellen der Mueller-Matrix vorgenommen:

$$m_{11}(\lambda) = | \frac{1}{2} \times [T_A(\lambda)/t_A(\lambda) + T_B(\lambda)/t_B(\lambda)] |$$

$$m_{12}(\lambda) = | \frac{1}{2} \times [T_A(\lambda)/t_A(\lambda) - T_B(\lambda)/t_B(\lambda)] |$$

$$m_{13}(\lambda) = | T_C(\lambda)/t_C(\lambda) - m_{11} |$$

$$m_{14}(\lambda) = | T_D(\lambda)/t_D(\lambda) - m_{11} |$$

Dabei wurden die Messungen mit dem Index A mit linear horizontaler, B mit linear vertikaler, C mit linear diagonaler und D mit zirkular rechtsdrehender Polarisation im typischen Fall durchgeführt.

Maximale, minimale und mittlere Übertragungen können dann angegeben werden mit:

$$T_{L\max}(\lambda) = m_{11}(\lambda) + [m_{12}(\lambda)^2 + m_{13}(\lambda)^2 + m_{14}(\lambda)^2]^{1/2}$$

$$T_{L\min}(\lambda) = m_{11}(\lambda) - [m_{12}(\lambda)^2 + m_{13}(\lambda)^2 + m_{14}(\lambda)^2]^{1/2}$$

$$T_{L\text{ave}}(\lambda) = [T_{\max}(\lambda) + T_{\min}(\lambda)] / 2$$

7.2 Messungen des Transmissionsspektrums $[T(\lambda)]$

7.2.1 Allgemeines

Ein einzelner Pfad von Eingangs- und Ausgangsanschluss der DMDWM Bauteile hat die gleichen Funktionen wie ein optisches Filter, womit es eine Anzahl wesentlicher Kenngrößen gibt, die aus der Übertragungsfunktion der Bauteile abgeleitet werden. In diesem Abschnitt wird der Schwerpunkt auf die Beschreibung eines Bandpasses und eines Sperrfilters gelegt. In Bild 6 a) ist eine typische Übertragungsfunktion für einen Bandpass und in Bild 6 b) für ein Sperrfilter dargestellt.

Wie in Bild 5a und 5b dargestellt, werden Übertragungsfunktionen üblicherweise in einem logarithmischen Maßstab aufgetragen, so dass es hilfreich ist, die Messbereiche von Watt in Dezibel umzurechnen:

Für das „Alle Zustände“-Verfahren (oder dem unpolarisiertem Fall), wird die Übertragungsfunktion wie folgt berechnet:

$$T_{\text{xxx}}(\lambda) = 10 \log [T_{\text{xxx}}(\lambda) / T_{L\text{xxx}}(\lambda)] \text{ (dB)}$$

Wobei die Leistungen in Watt gemessen werden.

Wenn das „Müller-Matrix“-Verfahren verwendet wird, ist die Übertragungsfunktion einfach:

$$T_{\text{xxx}}(\lambda) = 10 \log [T_{\text{xxx}}(\lambda)] \text{ (dB)}$$

Dabei bedeutet „xxx“ die Gleichung, die für die Bereiche ave, min, max gültig ist.

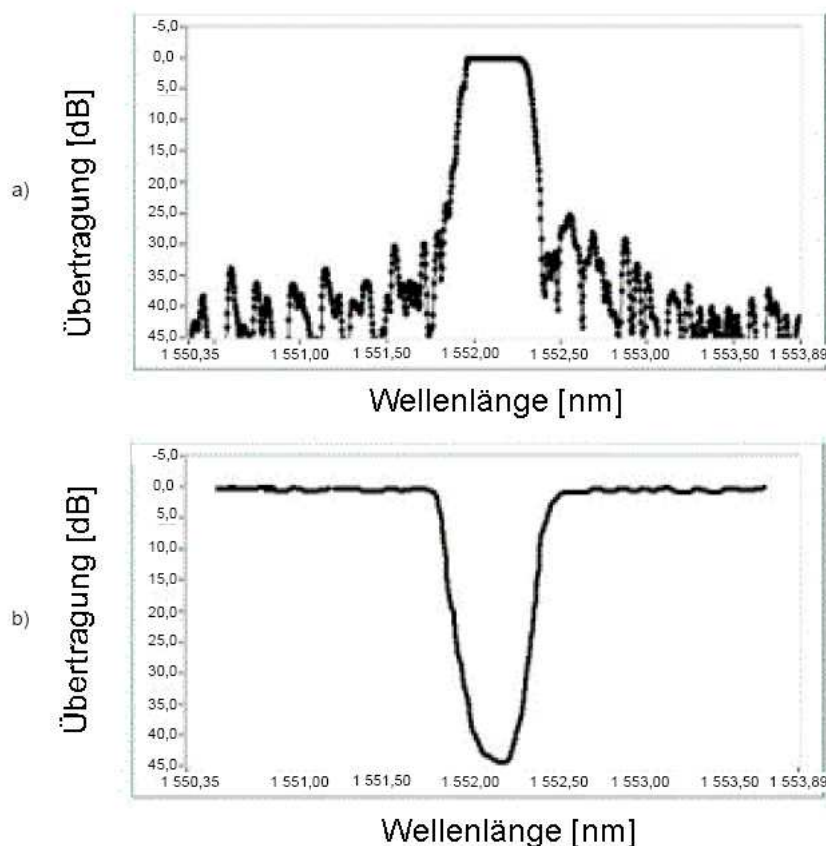


Bild 6 – Normierte Übertragungsfunktion für ein Bandpassfilter a) und für ein Sperrfilter b)

7.2.1 Berechnung der Spitzenleistung

Nahezu alle Spektralverfahren, die in diesem Abschnitt beschrieben werden, sind entweder auf die Spitzenleistung des Durchlassbereiches für das Bandpassfilter oder auf die Spitzenleistung der Durchlasskanäle für Sperrfilter zu beziehen. In jedem Fall wird die gemessene Übertragungsfunktion über diesen Bereichen nicht flach sein, so dass es notwendig ist zu wissen, wie die Spitze bestimmt wird.

Es gibt mehrere übliche Möglichkeiten zur Auswahl der Spitzenleistung. Einige von ihnen werden nachfolgend aufgeführt:

$$T_{\max} = \max \{T(\lambda)\}$$

$$T_{\max} = \text{mean} \{T(\lambda_h - \text{OWR}/2), T(\lambda_h + \text{OWR}/2)\}$$

$$T_{\max} = \text{shorth} \{T(\lambda_h^-), T(\lambda_h^+)\}$$

Während die ersten beiden Verfahren die Verwendung entweder der maximalen Messwerte oder der gemittelten Messwerte über einen Wellenlängenbereich einschließen, ist das dritte Verfahren weniger offensichtlich und wird in Anhang C erläutert.

In diesem Schriftstück wird kein bestimmtes Verfahren ausgewählt, sondern es müssen die feinen Unterschiede verstanden und bei der Messung beachtet werden.

7.2.3 Normierung der Übertragungsfunktion

Die Übertragungsfunktionen werden üblicherweise im normalisierten logarithmischen Maßstab dargestellt (wie in Bild 6 gezeigt), so dass der Spitzenwert der Transmission, wie nach 7.2.2 bestimmt, bei 0 dB liegt. Die dargestellten Funktionen können erhalten werden mit:

$$T_N(\lambda) = [T(\lambda) - T_{\max}] \text{ (dB)}.$$

Die meisten Messungen, die in den folgenden Abschnitten beschrieben werden, beruhen auf der normalisierten Übertragungsfunktion.

7.3 Berechnung der Einfügedämpfung (IL)

Es gibt generell drei Typen dokumentierter Einfügedämpfung (IL) für DWDM Bauteile. Die erste ist die Einfügedämpfung des nominellen Kanals des Bauteils $[IL(\lambda_h)]$. Die zweite ist die Einfügedämpfung des nächsten Nachbarn oder getrennten Kanals $[IL(\lambda_i)]$ und $[IL(\lambda_j)]$. Die letzte Einfügedämpfung ist die des anderen getrennten Kanals $[IL(\lambda_x)]$, mit $x \neq h, i$ oder j berechnet aus der Einfügedämpfung des nicht benachbarten Kanals.

In jedem dieser Fälle ist die Einfügedämpfung als Schwelle über $\lambda = \lambda_h \pm \text{OWR}/2$ wo λ_h die nominelle Wellenlänge für die das Bauteil ausgelegt ist und OWR der für das Bauteil festgelegte gesamte Betriebswellenlängenbereich, respektive der Kanal.

Für das „Alle Zustände“-Verfahren (oder den unpolarisierten Fall) wird die Einfügedämpfung wie folgt berechnet:

$$IL(\lambda) = 10 \log [T_{\text{Lave}}(\lambda) / T_{\text{Lave}}(\lambda)] \text{ (dB)}$$

Wobei die Leistungen in Watt gemessen werden.

Wenn das „Müller-Matrix“-Verfahren verwendet wird, ist die Einfügedämpfung einfach:

$$IL(\lambda) = -10 \log [T_{\text{Lave}}(\lambda)] \text{ (dB)}$$

In diesem Fall ist der Referenz-Sweep bereits in der Matrix Gleichung berücksichtigt.

Wie oben erwähnt, sollte die Einfügedämpfung des Kanals, des nächsten Nachbarn, und des nicht benachbarten Kanals vom OWR des Bauteils übernommen werden, das zu verschiedenen unterschiedlichen Interpretationen (min, max, mittel) für jeden, führt,

7.4 Bandbreite und spektrale Bandbreite

7.4.1 Allgemeines

Messungen der Bandbreite (BW) des Durchlassbereichs werden auf den Spitzenwert der spektralen Frequenzkurve der normierten Übertragungsfunktion bezogen durchgeführt. Ein Beispiel für ein Übertragungsspektrum für ein FBG ist in Bild 7 mit besonderer Hervorhebung der -1-dB-BW dargestellt. Es erlaubt ferner, den Unterschied zwischen Messungen der Bandbreite (BW) und der spektralen Bandbreite (SW) aufzuzeigen, wenn das FBG mehr als zwei $-1\text{-dB-Kreuzungspunkte}$ besitzt. Bei der Berechnung der BW müssen die Kreuzungspunkte verwendet werden, die der Mittenwellenlänge auf jeder Seite am nächsten liegen. Im Gegensatz dazu müssen bei der Berechnung der spektralen Bandbreite die Kreuzungspunkte verwendet werden, die auf jeder Seite der Mittenwellenlänge am weitesten entfernt liegen.

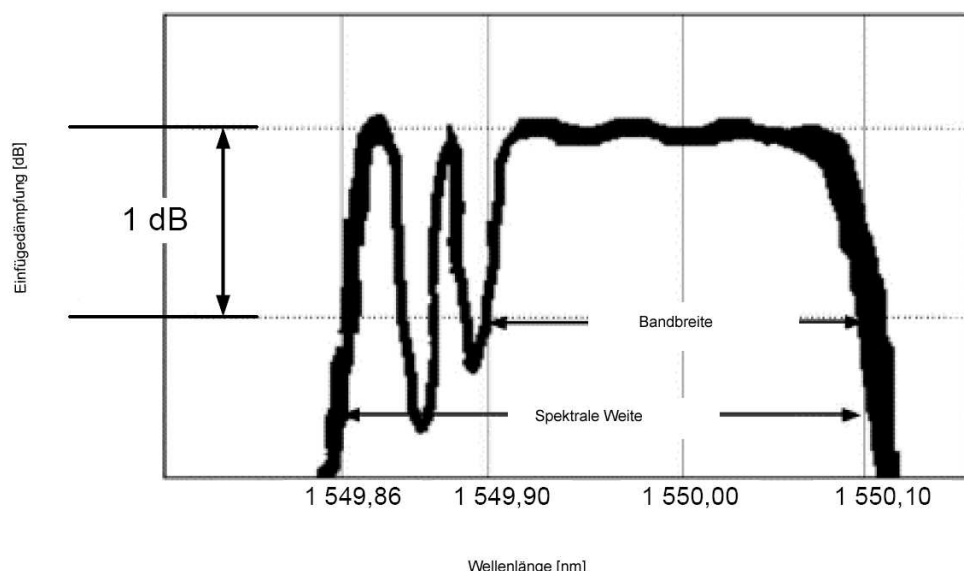


Bild 7 – Bandbreite und spektrale Bandbreite für ein Braggsches Faserbeugungsgitter (FBG)

In jedem Fall ist es unwahrscheinlich, dass die tatsächlichen interessierenden Kreuzungspunkte (T_x) in der Messreihe auftreten. Um die Kreuzungspunkte in einem derartigen Fall zu bestimmen, wird üblicherweise eine lineare Interpolation der beiden Punkte durchgeführt, die der Kreuzung am nächsten liegen. Damit ergibt sich die Kreuzungswellenlänge λ_x , wenn der Punkt gerade über der Kreuzung mit (T_{x+} , λ_{x+}) und der Punkt gerade unter der Kreuzung mit (T_{x-} , λ_{x-}) bezeichnet wird, zu:

$$\lambda_x = \left(\frac{\lambda_{x+} - \lambda_{x-}}{T_{x+} - T_{x-}} \right) \times (T_x - T_{x-}) + \lambda_{x-}$$

Es dürfen ebenfalls die Punkte gerade über oder unter der gewünschten Kreuzung für die entsprechenden *BW*-Berechnungen verwendet werden.

BW-Messungen sollten weiterhin einen Spektralbereich besitzen, auf den die Messung begrenzt werden sollte. Dies ist besonders für Bauteile erforderlich, die eine Wiederholstruktur aufweisen oder Moden höherer Ordnung besitzen.

Bei einem Sperrfilter (Bild 6 b)) befindet sich die Mittenwellenlänge am tiefsten Punkt der spektralen Frequenzkurve, und der Sperrbereich ist durch die *BW* an einem Punkt, bezogen auf die oberen Flanken des Filters (d. h. *BW*(-40)) festgelegt.

7.4.2 Mittenwellenlänge

Für die Anwendung dieses Schriftstückes müssen die Messungen der Mittenwellenlänge auf den *x*-dB-*BW*-Messungen beruhen. Die Mitte muss definiert werden als der Median der beiden Kreuzungspunkte. Beispielsweise könnte ein Bauteil eine -1-dB-Mitte von 1550,00 nm und eine Bandbreite von 0,20 nm haben, wenn seine -1-dB-Kreuzungen bei 1549,90 nm und 1550,10 nm liegen.

Der Leser sollte beachten, dass die *BW*-Mitte von der Nennbetriebswellenlänge des Prüflings, wie in der Praxis, abweichen kann, und die Nennmitte kann auch andere Faktoren einschließen, wie z. B. Isolation, Dispersion und/oder Polarisierungseffekte.

7.4.3 Mittenwellenlängenabweichung

Die Mittenwellenlängenabweichung ist der Unterschied zwischen der Mittenwellenlänge und der nominellen Wellenlänge des festgelegten Kanals für WDWB Bauteile. Wobei die Mittenwellenlänge als die Mitte des Mittenwellenlängenbereichs, welcher *X* dB geringer ist als der Spitzenwert der Einfügedämpfung für den festgelegten Kanal.

ANMERKUNG 0,5, 1 oder 3 werden üblicherweise für X benutzt.

7.4.4 X dB Bandbreite

Die X dB Bandbreite ist der kleinste Wellenlängenbereich bei X dB Erhöhung von der geringsten Einfügedämpfung. Wie in Bild 8 zu sehen, kann die Mittenwellenlänge durch Temperaturabhängigkeit, Polarisationsabhängigkeit und Langzeitalterung versetzt werden. Die X dB Bandbreite beinhaltet ihren Versatz.

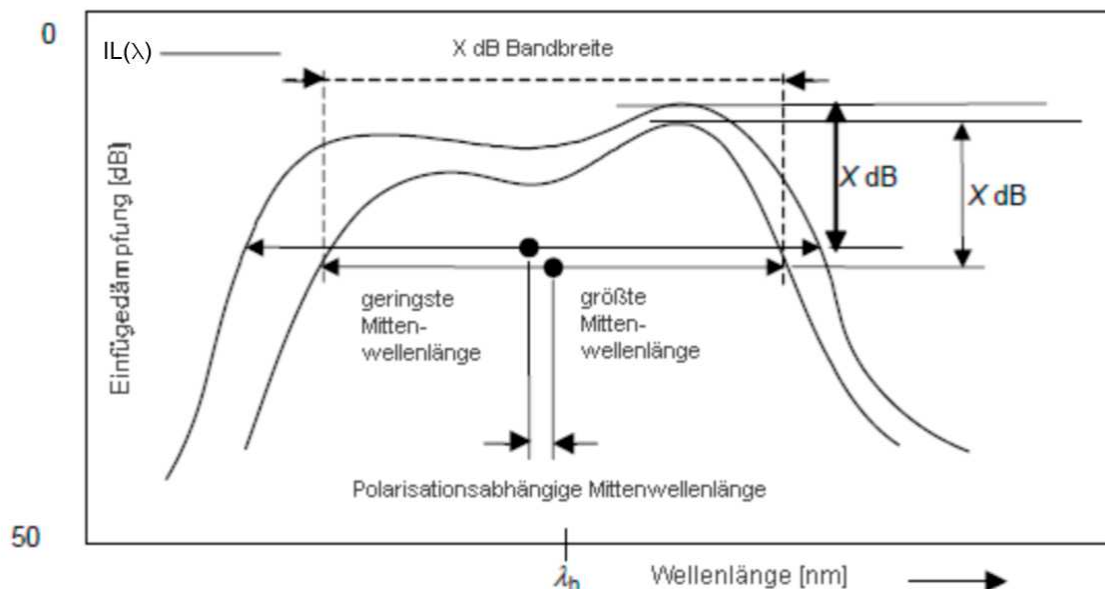


Bild 8 – X dB Bandbreite

7.5 Bandpass Welligkeit

Bandpasswelligkeit ist die größte Abweichung zwischen der höchsten und der geringsten Einfügedämpfung über den Bandpassbereich.

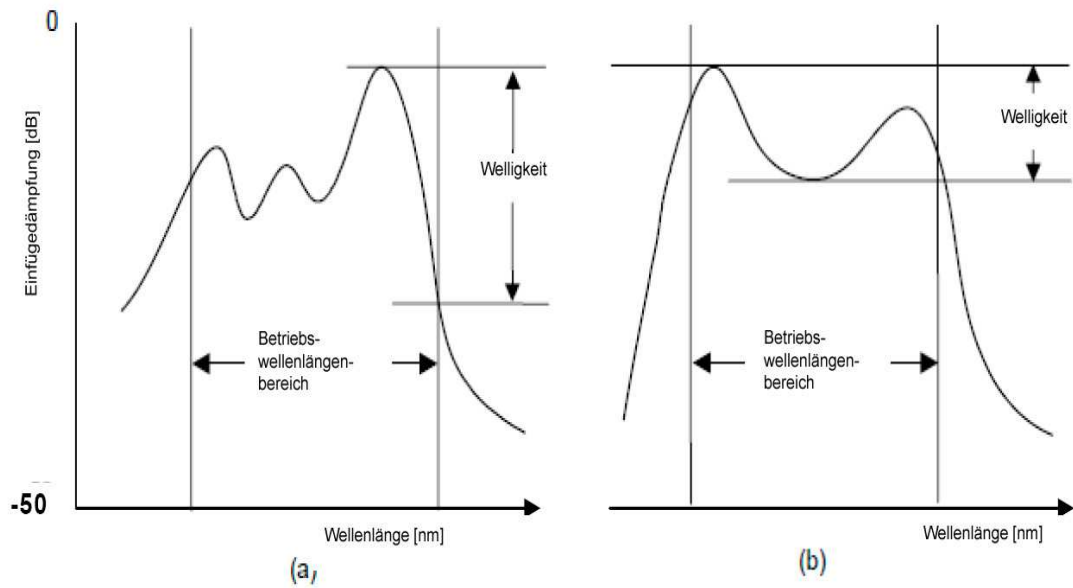


Bild 9 – Bandpass Welligkeit

7.6 Trennung

7.6.1 Allgemeines

Trennung ist ein auf die Signalleistung bezogenes Maß für die Leistung von Kanälen, die außerhalb des Nennwertes des Bandes liegen und ein Bandpassfilter durchdringen. Sie wird üblicherweise für die Fälle des nächstliegenden Nachbarn und der Nichtnachbarn bestimmt. Diese Begriffe werden in Bild 10 veranschaulicht.

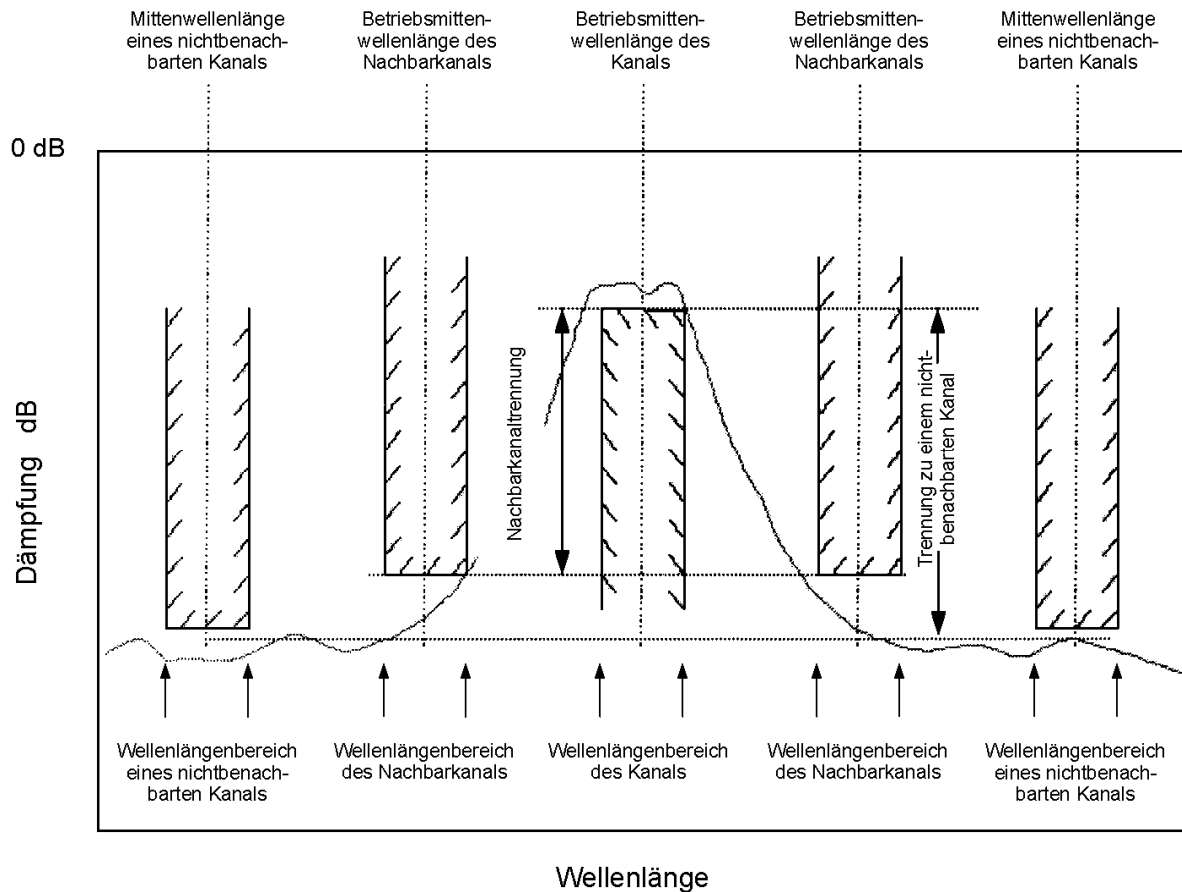


Bild 10 – Kanaltrennung

Für die Kanaltrennung und die Gesamttrennung wurden einige Beispielberechnungen aufgenommen. Sie sind nur zu Beispielzwecken aufgeführt.

7.6.2 Kanaltrennung

Die Kanaltrennung bei einer bestimmten Wellenlänge ($I(\lambda)$) ist definiert als die Größe der Übertragungsfunktion an der Wellenlänge in Bezug auf die Größe des Durchlassbandes. Wie bei der Messung der Dämpfung (4.2) gibt es ein Interesse daran, diese Messung über die *OWR* des Bauteils durchzuführen. Es wird vorgeschlagen, dass $I(\lambda)$ wie folgt definiert wird:

$$I(\lambda) = [\min \{ T_N(\lambda_h - OWR/2), T_N(\lambda_h + OWR/2) \} - \max \{ T_N(\lambda - OWR/2), T_N(\lambda + OWR/2) \}].$$

Dabei werden alle Leistungen in dB angegeben.

7.6.3 Trennung benachbarter Kanäle

Die Trennung benachbarter Kanäle ist der Unterschied zwischen der Einfügedämpfung eines spezifischen Wellenlängenbereiches und der Einfügedämpfung eines benachbarten Wellenlängenbereiches bei der spezifizierten Eingangswellenlänge