

**DIN EN 61300-3-7**

ICS 33.180.20

Einsprüche bis 2014-03-10  
Vorgesehen als Ersatz für  
DIN EN 61300-3-7:2013-01

**Entwurf**

**Lichtwellenleiter – Verbindungselemente und passive Bauteile –  
Grundlegende Prüf- und Messverfahren –  
Teil 3-7: Untersuchungen und Messungen – Wellenlängenabhängigkeit  
von Dämpfung und Rückflussdämpfung von Einmodenbauteilen  
(IEC 86B/3692/CD:2013)**

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 of single mode components  
(IEC 86B/3692/CD:2013)

Dispositifs d'interconnexion et composants passives à fibres optiques –  
Méthodes fondamentales d'essais et de mesures –  
Partie 3-7: Examens et mesures – Affaiblissement et affaiblissement de réflexion en  
fonction de la longueur d'onde des composants en unimodal  
(CEI 86B/3692/CD:2013)

**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2014-01-10 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](http://www.entwuerfe.din.de) bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter [www.entwuerfe.normenbibliothek.de](http://www.entwuerfe.normenbibliothek.de), sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an [dke@din.de](mailto:dke@din.de) möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter [www.din.de/stellungnahme](http://www.din.de/stellungnahme) oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter [www.dke.de/stellungnahme](http://www.dke.de/stellungnahme) abgerufen werden;
- 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 60 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

**Inhalt**

|                                                                                   | Seite |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1 Anwendungsbereich .....                                                         | 5     |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                    | 5     |
| 3 Abkürzungen .....                                                               | 5     |
| 4 Allgemeines .....                                                               | 7     |
| 4.1 Allgemeine Beschreibung.....                                                  | 7     |
| 4.2 Spektralbedingungen.....                                                      | 7     |
| 4.3 Festlegungen.....                                                             | 7     |
| 4.4 Prüfling.....                                                                 | 8     |
| 4.5 Messverfahren .....                                                           | 9     |
| 5 Prüfaufbau .....                                                                | 11    |
| 5.1 Wellenlängenquelle .....                                                      | 11    |
| 5.2 Empfangssystem .....                                                          | 13    |
| 5.3 Verzweiger und zeitweilige Verbindungen .....                                 | 14    |
| 5.4 Abschluss .....                                                               | 14    |
| 6 Prüfverfahren.....                                                              | 14    |
| 6.1 Allgemeines .....                                                             | 14    |
| 6.2 Verfahren A – Breitbandlichtquelle.....                                       | 15    |
| 6.3 Verfahren B – Durchstimbare Schmalbandlichtquelle.....                        | 18    |
| 6.4 Verfahren C – Satz von mehreren festgelegten Schmalbandlichtquellen.....      | 18    |
| 6.5 Prüfergebnisse .....                                                          | 24    |
| 7 Festzulegende Einzelheiten .....                                                | 24    |
| 7.1 Allgemeines .....                                                             | 24    |
| 7.2 Quelle .....                                                                  | 25    |
| 7.3 Empfangssystem .....                                                          | 25    |
| 7.4 Referenzverzweiger.....                                                       | 26    |
| 7.5 Abschluss .....                                                               | 26    |
| Anhang A (informativ) Prüflingskonfigurationen, Abschlüsse und Produkttypen ..... | 27    |
| Anhang B (informativ) Typische Kennwerte von Lichtquellen .....                   | 29    |
| <b>Bilder</b>                                                                     |       |
| Bild 1 – Wellenlängenabhängigkeit von Dämpfung und Rückflusddämpfung .....        | 8     |
| Bild 2 – Verfahren A – Ausschließliche Dämpfungsmessung .....                     | 15    |
| Bild 3 – Verfahren A – Ausschließliche Messung der Rückflusddämpfung.....         | 16    |
| Bild 4 – Verfahren A – Messung von Dämpfung und Rückflusddämpfung .....           | 17    |
| Bild 5 – Verfahren C – Ausschließliche Dämpfungsmessung .....                     | 19    |
| Bild 6 – Verfahren C – Ausschließliche Messung der Rückflusddämpfung .....        | 21    |
| Bild 7 – Verfahren C – Messung von Dämpfung und Rückflusddämpfung .....           | 23    |

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| Bild 8 – Wellenlängenabhängige Dämpfung ..... | 24 |
|-----------------------------------------------|----|

**Tabellen**

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1 – Prüfverfahren und Kennwerte.....                                      | 9  |
| Tabelle 2 – Wellenlängenabhängige Dämpfung und Rückflusdämpfung .....             | 24 |
| Tabelle A.1 – Prüflingskonfigurationen/Abschlüsse .....                           | 27 |
| Tabelle A.2 – Mögliche Typen passiver optischer Bauteile (POC) .....              | 28 |
| Tabelle B.1 – Typen von Breitbandlichtquellen (BBS) und Hauptkennwerte.....       | 29 |
| Tabelle B.2 – Typen von durchstimbaren Lichtquellen (TLS) und Hauptkennwerte..... | 30 |

## Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 86B/3692/CD:2013 „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 of single mode components“ (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 beigelegt. 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 dieses Dokument 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](http://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 61300-3-7:2013-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Überarbeitung der Mess- und Prüfverfahren.

**Lichtwellenleiter – Verbindungselemente und passive Bauteile –  
Grundlegende Prüf- und Messverfahren –  
Teil 3-7: Untersuchungen und Messungen – Wellenlängenabhängigkeit von  
Dämpfung und Rückflusssdämpfung von Einmodenbauteilen**

## 1 Anwendungsbereich

Der vorliegende Teil der IEC 61300-3 beschreibt die verschiedenen Methoden, die für die Messung der Wellenlängenabhängigkeit der Dämpfung  $A(\lambda)$  und der Rückflusssdämpfung  $RL(\lambda)$  von passiven optischen Einmodenbauteilen (POC), die in der LWL-Telekommunikation verwendet werden, zur Verfügung stehen. Diese Norm gilt nicht für Bauteile mit dichtem Wellenlängenmultiplexing (DWDM). Messverfahren für die Wellenlängenabhängigkeit der Dämpfung von DWDM-Bauteilen sind in IEC 61300-3-29 beschrieben. Die Definition für WDM-Bauteile ist in IEC 62074-1 angegeben.

In der vorliegenden Norm werden drei Messfälle betrachtet:

- Messung ausschließlich von  $A(\lambda)$ ;
- Messung ausschließlich von  $RL(\lambda)$ ;
- gleichzeitige Messung von  $A(\lambda)$  und  $RL(\lambda)$ .

Diese Messungen dürfen in eine Richtung (unidirektional) oder bidirektional durchgeführt 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 61300-3-29, *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 components*

IEC 62074-1, *Fibre optic WDM devices – Part 1: Generic specification*

## 3 Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Abkürzungen.

|              |                                                                                       |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| $A$          | Dämpfung                                                                              |
| $A(\lambda)$ | wellenlängenabhängige Dämpfung                                                        |
| ASE          | verstärkte spontane Emission (en: amplified spontaneous emission)                     |
| BBD          | Breitbandempfang (en: broadband detection)                                            |
| BBS          | Breitbandquelle (en: broadband source)                                                |
| BD           | Verzweiger (en: branching device)                                                     |
| CWDM         | grobes Wellenlängenmultiplexing (en: coarse wavelength division multiplexing)         |
| DFB          | (Laser mit) verteilte(r) Rückkopplung (en: distributed feedback)                      |
| DOP          | Polarisationsgrad (en: degree of polarization)                                        |
| DUT          | Prüfling (en: device under test)                                                      |
| DWDM         | dichtes Wellenlängenmultiplexing (en: dense wavelength division multiplexing)         |
| DWS          | diskrete Wellenlängenquelle (en: discrete wavelength source)                          |
| ECL          | (durchstimmbarer) Laser mit externem Resonator (en: external cavity (tuneable) laser) |
| EDFL         | Erbium-dotierter Faserlaser (en: erbium-doped fibre laser)                            |

|                        |                                                                                                                        |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FA                     | LWL-Verstärker (en: fibre amplifier)                                                                                   |
| FP                     | Fabry-Perot(-Laser)                                                                                                    |
| $G(\lambda)$           | Prüfsystemkonstante                                                                                                    |
| $IL$                   | Einfügdungsämpfung (en: insertion loss)                                                                                |
| $IL(\lambda)$          | wellenlängenabhängige Einfügdungsämpfung                                                                               |
| $\lambda$              | Wellenlänge                                                                                                            |
| NLS                    | Schmalbandlichtquelle (en: narrowband light source)                                                                    |
| OPM                    | optisches Leistungsmessgerät (en: optical power meter)                                                                 |
| OSA                    | optischer Spektrumanalysator (en: optical spectrum analyser)                                                           |
| $P_i(\lambda)$         | wellenlängenabhängiger Leistungseinfall am Prüfling                                                                    |
| $P_r(\lambda)$         | wellenlängenabhängige Leistung, die vom Prüfling reflektiert wird (vom Eingangsanschluss des Prüflings)                |
| $P_t(\lambda)$         | wellenlängenabhängige Leistung, die durch den Prüfling übertragen wird                                                 |
| $P_G^{RL}(\lambda)$    | wellenlängenabhängige reflektierte Leistung, die für die Bestimmung der Prüfsystemkonstante gemessen wird              |
| $P_{Gi}^{RL}(\lambda)$ | wellenlängenabhängige einfallende Leistung, die für die Bestimmung der Prüfsystemkonstante gemessen wird               |
| $P_1^A(\lambda)$       | wellenlängenabhängige am Prüfling einfallende Leistung für die Messung der wellenlängenabhängigen Dämpfung             |
| $P_1^{RL}(\lambda)$    | wellenlängenabhängige am Prüfling einfallende Leistung für die Messung der wellenlängenabhängigen Rückflussdämpfung    |
| PDL                    | polarisationsabhängige Dämpfung (en: polarization dependent loss)                                                      |
| POC                    | passives optisches Bauteil (en: passive optical component)                                                             |
| PON                    | passives optisches Netzwerk (en: passive optical network)                                                              |
| RBD                    | Referenzverzweiger (en: reference branching device)                                                                    |
| RBW                    | Auflösungsbandbreite (en: resolution bandwidth)                                                                        |
| $RL$                   | Rückflussdämpfung (en: return loss)                                                                                    |
| $RL(\lambda)$          | wellenlängenabhängige Rückflussdämpfung                                                                                |
| RTM                    | Referenzprüfverfahren (en: reference test method)                                                                      |
| SMSR                   | Seitenbandunterdrückungsverhältnis (en: side mode suppression ratio)                                                   |
| SOA                    | Halbleiterverstärker (en: semiconductor amplifier)                                                                     |
| SOP                    | Polarisationszustand (en: state of polarization)                                                                       |
| T                      | Abschluss (en: termination)                                                                                            |
| TJ                     | zeitweilige Verbindung (en: temporary joint)                                                                           |
| TND                    | durchstimmbarer Schmalbandempfang/durchstimmbares Schmalbandempfangssystem (en: tunable narrowband detection (system)) |
| TLS                    | durchstimbare Schmalbandlichtquelle (en: tunable narrowband light source)                                              |
| TN-OTDR                | durchstimbare Zeitbereichsreflektometer (en: tuneable optical time domain reflectometer)                               |
| WDM                    | Wellenlängenmultiplexing (en: wavelenght division multiplexing)                                                        |

## 4 Allgemeines

### 4.1 Allgemeine Beschreibung

$A(\lambda)$  und  $RL(\lambda)$ , angegeben in Dezibel (dB), werden infolge der Einschaltung eines Prüfling in ein LWL-Telekommunikationssystem übertragen bzw. reflektiert.  $A(\lambda)$  und  $RL(\lambda)$  werden ermittelt durch den Vergleich der in den Prüfling einfallenden optischen Leistung und der optischen Leistung, die:

- zum Ausgangsanschluss des Prüflings übertragen wird;
- vom Eingangsanschluss des Prüfling reflektiert wird.

Der Prüfling ist für die Durchführung einer bidirektionalen Messung umzudrehen. Messungen sollten in beiden Richtungen aufgenommen und gemittelt werden mit der Ausnahme, dass, wenn das Gerät ausdrücklich nicht für eine bidirektionale Verwendung vorgesehen ist, keine Mittelwertbildung durchzuführen ist.

Der Begriff „Rückflusdämpfung“ sollte nicht gleichbedeutend mit dem Reflexionsgrad verwendet werden. Beide Begriffe haben vollkommen unterschiedliche Bedeutungen.

### 4.2 Spektralbedingungen

$A(\lambda)$ - und  $RL(\lambda)$ -Messungen werden über einen in den Prüflingsspezifikationen festgelegten Wellenlängenbereich durchgeführt. Die auch in den Prüflingsspezifikationen festgelegten spektralen Kennwerte des Prüflings sollten verwendet werden, um zuerst die spektralen Kennwerte des Messsystems festzulegen wie dessen Wellenlängenauflösung (spektraler Abstand zwischen zwei benachbarten Datenpunkten) und Unsicherheit (spektrale Unsicherheit um jeden Datenpunkt), die wiederum die Bandbreite des Messsystems bestimmen.

### 4.3 Festlegungen

#### 4.3.1 Dämpfung

$A(\lambda)$  bezieht sich auf den Leistungsabfall des vom Prüfling übertragenen Lichts als Funktion der Wellenlänge. Sie wird wie folgt angegeben:

$$A(\lambda) = -10 \times \log \left[ \frac{P_t(\lambda)}{P_i(\lambda)} \right] \quad [\text{dB}] \quad (1)$$

Dabei ist

$P_t(\lambda)$  die durch den Eingangsanschluss des Prüflings übertragene und am Ausgangsanschluss des Prüflings gemessene optische Leistung als Funktion der Wellenlänge, angegeben in Watt;

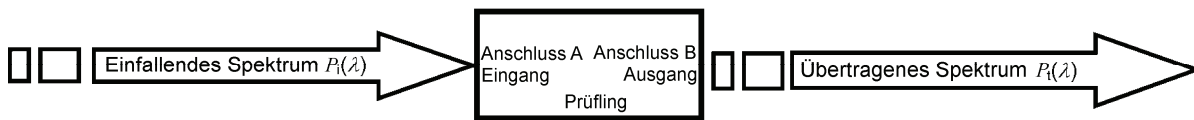
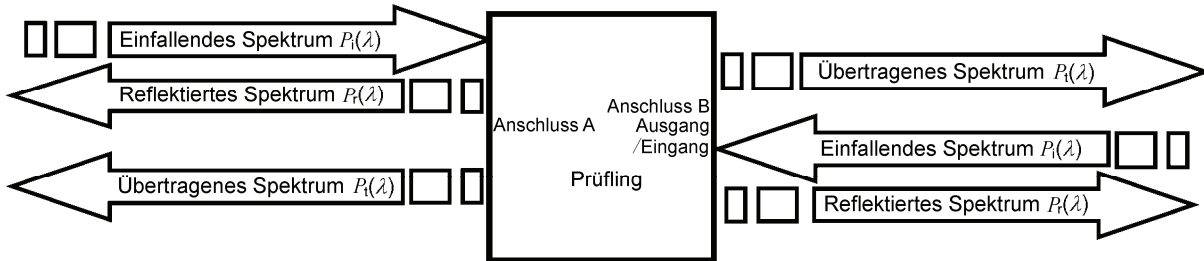
$P_i(\lambda)$  die am Eingangsanschluss des Prüflings einfallende und gemessene optische Leistung als Funktion der Wellenlänge, angegeben in Watt;

und für bidirektionale Messungen

$P_t(\lambda)$  die durch den Ausgangsanschluss des Prüflings übertragene und am Eingangsanschluss des Prüflings gemessene optische Leistung als Funktion der Wellenlänge, angegeben in Watt;

$P_i(\lambda)$  die am Ausgangsanschluss des Prüflings einfallende und gemessene optische Leistung als Funktion der Wellenlänge, angegeben in Watt.

Bild 1 veranschaulicht das Verfahren.

**Bild 1a – Unidirektionale Messung****Bild 1b – Bidirektionale Messung****Bild 1 – Wellenlängenabhängigkeit von Dämpfung und Rückflussdämpfung**

#### 4.3.2 Rückflussdämpfung

$RL(\lambda)$  bezieht sich auf den Leistungsabfall des vom Prüfling reflektierten Lichts als Funktion der Wellenlänge. Sie wird wie folgt angegeben:

$$RL(\lambda) = -10 \times \log \left[ \frac{P_r(\lambda)}{P_i(\lambda)} \right] \quad [\text{dB}] \quad (2)$$

Dabei ist

$P_r(\lambda)$  die vom Eingangsanschluss des Prüflings reflektierte und gemessene optische Leistung als Funktion der Wellenlänge, angegeben in Watt;

$P_i(\lambda)$  die am Eingangsanschluss des Prüflings einfallende und gemessene optische Leistung als Funktion der Wellenlänge, angegeben in Watt;

und für bidirektionale Messungen

$P_r(\lambda)$  die vom Ausgangsanschluss des Prüflings reflektierte und gemessene optische Leistung als Funktion der Wellenlänge, angegeben in Watt;

$P_i(\lambda)$  die am Ausgangsanschluss des Prüflings einfallende und gemessene optische Leistung als Funktion der Wellenlänge, angegeben in Watt

Bild 1 veranschaulicht das Verfahren.

#### 4.4 Prüfling

Der Prüfling kann mehr als zwei Anschlüsse haben. Da jedoch die  $A(\lambda)$ -Messung über nur zwei Anschlüsse erfolgt, seien diese unidirektional oder bidirektional, wird der Prüfling nach dieser Norm mit zwei Anschlüssen beschrieben. Gleiches gilt für die  $RL(\lambda)$ -Messung mit der Ausnahme, dass die Messung in diesem Fall jeweils nur an einem Anschluss durchgeführt wird.

Es wird empfohlen, jede offene Endfläche optisch abzuschließen, um eine Lichtreflexion zu verhindern, die sich störend auf die Messung auswirken kann.

In Tabelle B.1 von Anhang B werden acht unterschiedliche Prüflingskonfigurationen betrachtet und beschrieben. Die Unterschiede zwischen diesen Konfigurationen liegen in erster Linie in den Abschlüssen der optischen Anschlüsse. Abschlüsse können aus einer blanken Faser, einem Steckverbinder oder einer Buchse bestehen. Die unterschiedlichen Bauformen der Produkte, die hier berücksichtigt werden, sind in Tabelle B.2 von Anhang B dargestellt.

## 4.5 Messverfahren

### 4.5.1 Allgemeines

Die spektrale Empfindlichkeit des Prüflings kann mit mehreren einzelnen Wellenlängen über einen betreffenden Wellenlängenbereich entweder stetig über den Bereich oder als Kombination der Wellenlängen beschrieben werden. Die Art und Weise, in der diese Beschreibung erfolgt, bestimmt die verschiedenen Prüfverfahren.

Für die Messung von  $A(\lambda)$  und  $RL(\lambda)$  werden vier Verfahren, A bis D, beschrieben. Die Verfahren sind nachfolgend in der Reihenfolge ihrer Einführung aufgeführt. Für einige Verfahren sind mehrere Konfigurationen möglich.

In Tabelle 1 sind die unterschiedlichen Prüfverfahren und ihre Hauptkennwerte zusammengefasst.

ANMERKUNG Verschiedene Prüfkongfigurationen und -verfahren führen zu Dämpfungsmessungen mit unterschiedlicher Genauigkeit. Im Zweifelsfall sollte das RTM verwendet werden.

**Tabelle 1 – Prüfverfahren und Kennwerte**

| Verfahren | Name                                     | Lichtquelle                          | Empfangs-<br>system | Beispiel                                    | Bemerkungen |
|-----------|------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------|-------------|
| A         | BBS                                      | BBS                                  | TND                 | BBS + DUT + OSA                             | Ersatz      |
| B         | TLS                                      | depolarisiert +<br>Kohärenzsteuerung |                     |                                             |             |
| B.1       | TLS + BBD                                | TLS                                  | BBD                 | TLS + DUT + OPM                             |             |
| B.1.1     | TLS im Start-Stopp-<br>Messbetrieb + BBD | TLS im Start-Stopp-<br>Messbetrieb   | BBD                 | TLS + DUT + OPM                             | Ersatz      |
| B.1.2     | TLS im Durchlauf-<br>betrieb + BBD       | TLS im Durchlaufbetrieb              | BBD                 | TLS + DUT + OPM                             | Ersatz      |
| B.2       | TLS + TND                                | TLS                                  | TND                 | TLS + DUT + OSA                             |             |
| B.2.1     | TLS im Start-Stopp-<br>Messbetrieb + TND | TLS im Start-Stopp-<br>Messbetrieb   | TND                 | TLS + DUT + OSA                             | RTM         |
| B.2.2     | TLS im Durchlauf-<br>betrieb + TND       | TLS im Durchlaufbetrieb              | TND                 | TLS + DUT + OSA                             | Ersatz      |
| C         | Satz von $N$ NLS                         | depolarisiert +<br>Kohärenzsteuerung |                     |                                             |             |
| C.1       | $N$ NLS + BBD                            | $N$ NLS                              | BBD                 | $N$ NLS + $N \times 1$ -Koppler + DUT + OPM | Ersatz      |
| C.2       | $N$ NLS + TND                            | $N$ NLS                              | TND                 | $N$ NLS + $N \times 1$ -Koppler + DUT + OSA | Ersatz      |
| D         | TN-OTDR                                  | TN-OTDR                              | TN-OTDR             | TN-OTDR + DUT                               | Ersatz      |

### 4.5.2 Verfahren A – Breitbandlichtquelle (BBS)

Für das Verfahren A wird eine Breitbandlichtquelle (BBS) zusammen mit einem durchstimmbaren Schmalbandfilter-Empfangssystem (TND) verwendet.

Eine mögliche Umsetzung des Verfahrens A ist die Verwendung der BBS mit einem optischen Spektralanalysator (OSA). Verfahren A hat den Vorteil, dass der gesamte notwendige Wellenlängenbereich in einer einzigen Prüfung zur Verfügung gestellt wird und die Prüfabtastrate vom TND festgelegt wird. Die Messung

der Wellenlängenabhängigkeit sollte mit der BBS mit einer hohen spektralen Leistungsdichte ausgeführt werden. Für eine genaue Messung wird die Verwendung eines geeigneten TND-Spektralfilters empfohlen.

#### **4.5.3 Verfahren B – Durchstimbare Schmalbandlichtquelle (TLS)**

##### **4.5.3.1 Allgemeines**

Für das Verfahren B wird eine durchstimbare Schmalbandlichtquelle (TLS) mit zwei möglichst unterschiedlichen Empfangssystemen verwendet.

##### **4.5.3.2 Verfahren B.1 – Durchstimbare Schmalbandlichtquelle und Breitbandempfangssystem**

Für das Verfahren B.1 wird eine TLS zusammen mit einem Breitbandempfangssystem (BBD) verwendet.

Eine mögliche Umsetzung von Verfahren B.1 ist die Verwendung der TLS mit einem optischen Leistungsmessgerät (OPM). Die TLS kann in zwei unterschiedlichen Betriebsarten zusammen mit dem BBD verwendet werden.

###### **a) Verfahren B.1.1 – Schrittweise durchstimbare Schmalbandlichtquelle und Breitbandempfangssystem**

Bei diesem Verfahren wird die Wellenlängenauflösung der Messung durch die Linienbreite der TLS bestimmt. Eine zu geringe Linienbreite wird unerwünschtes Rauschen, Kohärenzstörungen und eine unnötige Datenmenge erzeugen; eine zu große Linienbreite liefert nicht genügend Auflösung für die spektrale Empfindlichkeit des Prüflings. Für die genaue Festlegung der TLS-Linienbreite sind eine Abschätzung der Bandbreite des Prüflings und die Anwendung des Nyquist-Kriteriums erforderlich.

###### **b) Verfahren B.1.2 – Durchlaufend durchstimbare Schmalbandlichtquelle und Breitbandempfangssystem**

Bei diesem Verfahren wird die Bandbreite der Messung durch die Bandbreite des Empfangssystems bestimmt und nicht durch die Linienbreite der TLS. Für die genaue Festlegung der Bandbreite des Empfangssystems sind eine Abschätzung der Bandbreite des Prüflings und die Anwendung des Nyquist-Kriteriums erforderlich.

##### **4.5.3.3 Verfahren B.2 – Durchstimbare Schmalbandlichtquelle und durchstimmbares Schmalbandempfangssystem**

Für das Verfahren B.2 wird eine TLS zusammen mit einem TND verwendet. Zwischen beiden Enden des Messsystems ist eine Synchronisation notwendig. Dieses Verfahren wird speziell für sehr schmalbandige Bauteile verwendet.

Eine mögliche Umsetzung von Verfahren B.2 ist die Verwendung der TLS mit einem OSA. Die TLS kann in zwei unterschiedlichen Betriebsarten zusammen mit dem TND verwendet werden.

###### **a) Verfahren B.2.1 – Schrittweise durchstimbare Schmalbandlichtquelle und durchstimmbares Schmalbandempfangssystem**

Die Messbandbreite für Verfahren B.2.1 ist die gleiche wie in Verfahren B.1.1.

###### **b) Verfahren B.2.2 – Durchlaufend durchstimbare Schmalbandlichtquelle und durchstimmbares Schmalbandempfangssystem**

Die Messbandbreite für Verfahren B.2.2 ist die gleiche wie in Verfahren B.1.2.

#### 4.5.4 Verfahren C – Satz von mehreren festgelegten Schmalbandlichtquellen (NLS)

##### 4.5.4.1 Allgemeines

Für das Verfahren C wird ein Satz von  $N$  Schmalbandlichtquellen (NLS) mit zwei möglichst unterschiedlichen Empfangssystemen verwendet. Dieses Verfahren ist besonders sinnvoll, wenn die spektrale Empfindlichkeit des Prüflings als sehr ungleichmäßig erwartet wird und die Bereiche der Ungleichmäßigkeit sorgfältig bewertet werden müssen.

Eine mögliche Umsetzung von Verfahren C ist die Verwendung eines Satzes von  $N$  DFB-Lasern mit  $N \times 1$ -Koppler und/oder  $1 \times N$ -Splitter auf jeder Seite des Prüflings mit einem OPM für jede DFB-Laser.

##### 4.5.4.2 Verfahren C.1 – NLS und BBD

Verfahren C.1 ist eine Variante von Verfahren B.1, bei der die TLS durch einen Satz von  $N$  NLS ersetzt wird.

##### 4.5.4.3 Verfahren C.2 – NLS und TND

Verfahren C.2 ist eine Variante von Verfahren B.2, bei der die TLS durch einen Satz von  $N$  NLS ersetzt wird.

#### 4.5.5 Verfahren D – Durchstimmbares OTDR

Für das Verfahren D sendet ein TN-OTDR durchstimmbares schmalbandiges Licht aus und es wird ein entsprechendes Empfangssystem des TN-OTDR verwendet.

##### 4.5.6 Referenzverfahren

Als Referenzprüfverfahren (RTM) für die Messung von  $A(\lambda)$  und  $RL(\lambda)$  muss Verfahren B.2.1 angewendet werden.

## 5 Prüfaufbau

### 5.1 Wellenlängenquelle

#### 5.1.1 Allgemeines

In den folgenden Abschnitten werden die verschiedenen Quellen beschrieben, die zur Durchführung der Messung zur Verfügung stehen.

#### 5.1.2 Verfahren A – Breitbandlichtquelle

Für das Verfahren A wird eine BBS verwendet. Die BBS sendet über einen Wellenlängenbereich breitbandiges Licht mit unterschiedlichen Kennwerten, die von ihrer Bauform abhängen, aus. Die BBS darf eine weiße Lichtquelle, eine LED (flächenemittierend oder kantenemittierend), eine Superlumineszenz-LED (SLED) oder eine Quelle mit verstärkter spontaner Emission (ASE) von einem LWL-Verstärker (FA) oder einem Halbleiterverstärker (SOA) sein.

Die BBS muss den festgelegten Wellenlängenbereich abdecken. Der Wellenlängenbereich muss ausreichend breit für die festgelegte Bandbreite des Prüflings sein und die Ausgangsleistung muss hoch genug für die zu messenden Werte von  $A(\lambda)$  und  $RL(\lambda)$  sein. Die Stabilität der spektralen Leistungsdichte muss während einer fortlaufenden Dauer von 8 h besser als  $\pm 0,05$  dB sein.

Die Spezifikationen des Prüfaufbaus müssen die speziellen Anforderungen für  $A(\lambda)$  und  $RL(\lambda)$  nach den Festlegungen in den Spezifikationen des Prüflings erfüllen. Daraus folgt, dass die Anforderungen für die BBS sorgfältig festgelegt werden müssen, um sicherzustellen, dass das Verfahren A und der Prüfaufbau diese Spezifikationen erfüllen. Die Hauptkennwerte der BBS sind in B.1 von Anhang B angegeben.

### 5.1.3 Verfahren B – Durchstimbare Schmalbandlichtquelle

Für das Verfahren B wird die TLS verwendet. Die TLS sendet schmalbandiges Licht aus, das über einen Wellenlängenbereich mit verschiedenen Kennwerten, die von ihrer Bauform abhängen, spektral eingestellt werden kann. Die TLS darf eine BBS mit einem durchstimbaren Filter, ein durchstimbbarer Laser mit externem Resonator (ECL), ein durchstimbbarer DFB-Laser (DFB) und ein durchstimbbarer Erbium-dotierter Faserlaser (EDFL) sein. Die Hauptkennwerte der verschiedenen TLS-Typen sind in B.2 von Anhang B beschrieben.

Die Spezifikationen des Prüfaufbaus und die Auswahl der speziellen Varianten von Verfahren B müssen die besonderen Anforderungen für  $A(\lambda)$  und  $RL(\lambda)$  des Prüflings nach den Festlegungen in den Prüflingsspezifikationen erfüllen. Daraus folgt, dass die Anforderungen für die TLS sorgfältig festgelegt werden müssen, um sicherzustellen, dass das ausgewählte Prüfverfahren und der Prüfaufbau diese Spezifikationen erfüllen. Im Allgemeinen sind die Hauptfestlegungen der TLS, die sorgfältig berücksichtigt werden sollten (siehe B.3 von Anhang B):

- die Mittenwellenlänge;
- das Seitenmoden-Unterdrückungsverhältnis (SMSR), wenn anwendbar;
- die Linienbreite; in Verbindung mit Effekten der Kohärenzstörung und der polarisationsabhängigen Dämpfung (PDL) und mit unerwünschten Reflexionen und dem Nyquist-Kriterium;
- die Leistungsstabilität bei jeder Betriebswellenlänge;  $\leq \pm 0,05$  dB über eine fortlaufende Dauer von 8 h.

Um Kohärenzstörungen zu vermeiden, muss die im TN-OTDR verwendete Schmalbandlichtquelle eine Kohärenzsteuerung besitzen.

### 5.1.4 Verfahren C – Satz von $N$ Schmalbandlichtquellen

Die Wellenlänge jeder NLS und der gesamte Wellenlängenbereich des Satzes werden so eingestellt, dass die festgelegten Wellenlängen und der gesamte Wellenlängenbereich zusammen mit dem Empfangssystem abgedeckt werden. In jedem Fall werden  $N \times 1$ -Koppler oder -Schalter verwendet, wobei  $N$  der Anzahl der verwendeten NLS entspricht.

Das Verfahren C basiert auf einem Satz von  $N$  einzelnen Wellenlängen. Die Wellenlängen dürfen von den folgenden Quellen ausgesendet werden:

- Fabry-Perot(FP)-Laser;
- DFB-Laser.

Für jede Schmalbandlichtquelle gelten in der Regel die gleichen Anforderungen für die TLS, die im Wellenlängensatz verwendet wird.

Um Kohärenzstörungen zu vermeiden, muss eine Kohärenzsteuerung angewendet werden.

### 5.1.5 Verfahren D – Durchstimbbares OTDR

Das vom TN-OTDR ausgesendete Licht muss die gleichen Kennwerte besitzen wie die TLS.

### 5.1.6 Depolarisator

In jedem Fall muss der TLS-Ausgang depolarisiert sein, damit  $A(\lambda)$  und  $RL(\lambda)$  unabhängig von einem bestimmten Polarisationszustand (SOP) erhalten werden, d. h. als Durchschnittswert über alle möglichen SOPs. Es gibt aktive und passive Depolarisationsverfahren wie die Verwendung eines Polarisations-Scramblers oder eine Reihenschaltung von Ringkopplern. Um während der Messung Kohärenzstörungen zu vermeiden, muss die TLS eine Kohärenzsteuerung besitzen.

Für die Verfahren B, C und D sind die Messergebnisse die gemittelten Werte von  $A(\lambda)$  und  $RL(\lambda)$  als eine Funktion des Polarisationszustands (SOP). Dies ist besonders kritisch, weil bei diesen Verfahren polarisierte

Schmalbandlichtquellen verwendet werden und dabei die Prüfergebnisse bei verschiedenen unbekannten SOP nach dem Prüfling erhalten werden können.

Zur Ermittlung der Mittelwerte von  $A(\lambda)$  und  $RL(\lambda)$  werden die folgenden beiden Ansätze benutzt:

- Direkter Ansatz: Ein Depolarisator, der auf einem aktiven oder passiven Bauteil beruht, wird an den Ausgangsanschluss der Quelle angeschlossen, um deren Polarisationsgrad (DOP) zu verringern. Dies ermöglicht die direkte Messung der gemittelten  $A(\lambda)$ - und  $RL(\lambda)$ -Werte als eine Funktion des Polarisationszustands (SOP).
- Indirekter Ansatz: Die Messung von  $A(\lambda)$  und  $RL(\lambda)$  als eine Funktion des Polarisationszustands (SOP) und Mittelwertbildung von  $A(\lambda)$  und  $RL(\lambda)$  aus den Messergebnissen.

## 5.2 Empfangssystem

### 5.2.1 Allgemeines

In den folgenden Abschnitten werden unter Bezugnahme auf die in den vorangegangenen Abschnitten erläuterten Verfahren verschiedene Möglichkeiten für das Empfangssystem beschrieben.

### 5.2.2 Verfahren A, Verfahren B.2 und Verfahren C.2 – Durchstimmbares Schmalbandempfangsspektrum

Das TND verwendet üblicherweise einen OSA zur Messung der optischen Ausgangsleistung bei jeder Wellenlänge über dem festgelegten Wellenlängenbereich mit einer Auflösungsbandbreite (RBW). Die RBW ist bei -3 dB festgelegt und ein spektraler Kennwert der in einem OSA verwendeten Filterbauform. Die RBW kann veränderlich sein, sie ist jedoch gemäß der erforderlichen Bandbreite des Prüflings festzulegen und muss das Nyquist-Kriterium erfüllen. Um die Fehlinterpretation von erkennbaren Artefakten in der gemessenen spektralen Empfindlichkeit des Prüflings zu vermeiden, ist das optische Signaltrennungsverhältnis (optical rejection ratio, ORR) bei einem bestimmten Wellenlängenabstand von der Mittenwellenlänge festzulegen. Ein Beispiel einer solchen Festlegung könnte -20 dB bei einem Abstand von 0,1 nm von der Mittenwellenlänge sein; es können andere Werte festgelegt werden wie -30 dB bei einem Abstand von 0,2 nm von der Mittenwellenlänge, die die erforderliche spektrale Empfindlichkeit des im OSA verwendeten Filters besser bestimmen. Ist eine globale Bewertung der RBW-Leistung des OSA erwünscht, kann die Ermittlung des gesamten Frequenzgangs des Filters des OSA erforderlich sein. Dieser wird in der Regel durch einen Vergleich der Hüllkurve eines DFB-Lasers mit der mit einem hochauflösenden Interferometer erhaltenen Hüllkurve ermittelt.

Der dynamische Leistungsbereich und die Empfindlichkeit müssen ausreichend groß sein, um  $A$  und  $RL$  in Übereinstimmungen mit der Prüflingsspezifikation zu messen. Die durch die Polarisationsabhängigkeit des OSA verursachte Amplitudenunsicherheit muss geringer sein, als die gewünschte Unsicherheit von  $A_{DUT}(\lambda)$ , die zu messen ist.

Wenn ein OSA während des Messablaufs getrennt und wieder angeschlossen wird, ist der Koppelwirkungsgrad für die beiden Messungen aufrechtzuerhalten.

### 5.2.3 Verfahren B.1 und Verfahren C.1 – Breitbandempfangsspektrum

Der BBD besteht aus einem optischen Empfänger, der zugehörigen Elektronik und Mitteln für den Anschluss des Prüflings. Die optische Verbindung kann eine Buchse für einen optischen Steckverbinder, eine Anschlussfaser oder ein Adapter für eine blanke Faser sein.

Der BBD-Wellenlängenbereich muss ausreichend groß und die Leistungsempfindlichkeit ausreichend hoch für die Messung von  $A(\lambda)$  und  $RL(\lambda)$  sein. Das BBD-Verhalten muss linear sein. Da alle Messungen Differenzmessungen sind, ist eine absolute Kalibrierung jedoch nicht notwendig. Es sollte darauf geachtet werden, dass während der Messung die reflektierte Leistung unterdrückt wird und die Polarisationsempfindlichkeit des BBD so gering wie möglich ist.

Wenn während des Messablaufs der BBD getrennt und wieder angeschlossen wird, ist der Koppelwirkungsgrad für die beiden Messungen aufrechtzuerhalten. Es wird die Verwendung eines großflächigen Empfängers empfohlen, um das gesamte vom Prüfling ausgesendete Licht zu erfassen.

### 5.3 Verzweiger und zeitweilige Verbindungen

#### 5.3.1 Verzweiger

Verzweiger (BD) werden verwendet, um den Prüfling zur Quelle und zum Empfangssystem zu verzweigen, und zwar in Abhängigkeit von ihrer einzelnen Anschlussausführung in einer Konfiguration mit Anschlussfasern oder mit Steckverbindern versehen.

Das Teilerverhältnis des BD muss stabil und über die Wellenlänge gleichmäßig sein. Die Amplitudenunsicherheit infolge der PDL des BD muss geringer sein als die gewünschte Unsicherheit von  $A_{\text{DUT}}(\lambda)$ , die zu messen ist.  $A_{\text{BD}}(\lambda)$  muss so gering sein, dass die Messung des Kleinstwerts von  $RL_{\text{BD}}(\lambda)$  möglich ist.  $RL_{\text{BD}}(\lambda)$  sollte mindestens 20 dB größer sein als der Höchstwert des zu messenden Werts von  $RL_{\text{BD}}(\lambda)$ . Die Richtwirkung sollte mindestens 10 dB größer sein als der Höchstwert des zu messenden Werts von  $RL_{\text{BD}}(\lambda)$ .

Der BD ist in Übereinstimmung mit den Bauartspezifikationen des Prüflings zu wählen.

Wenn während des Messablaufs der BD getrennt und wieder angeschlossen wird, ist der Koppelwirkungsgrad für die beiden Messungen aufrechtzuerhalten.

#### 5.3.2 Zeitweilige Verbindungen

BD-Konfigurationen können sein 1 × 1-Rangierkabel mit Steckverbindern (auch als Verbindungskabel oder zeitweilige Verbindung bezeichnet), ein Spleiß, ein Adapter für blanke Fasern, eine Vakuumeinspannvorrichtung oder ein Mikromanipulator. Eine andere Konfiguration kann auch ein 2 × 1-Koppler sein, der für  $RL_{\text{DUT}}(\lambda)$ -Messungen verwendet wird.

### 5.4 Abschluss

Tabelle A.1 im Anhang A gibt eine Anzahl von Prüflingskonfigurationen für Abschlüsse an. Abschlüsse ( $RL_{\infty}$ ) müssen einen hohen  $RL$ -Wert aufweisen. Es dürfen drei  $RL_{\infty}$ -Typen in Betracht gezogen werden:

- schräge Faserenden, wie sie in abgeschrägt polierten Steckverbindern (angled polished connector, APC) verwendet werden;
- Aufbringen eines der Brechzahl anpassenden Materials auf das Faserende;
- ausreichende Dämpfung in der Faser z. B. mit einem Wickeldorn.

$RL_{\infty}$  muss einen mindestens 20 dB größeren  $RL$ -Wert aufweisen als der höchste zu messende Wert für  $RL_{\text{DUT}}(\lambda)$ .

An die Prüflingsanschlüsse mit Steckverbinderabschlüssen müssen Referenzsteckverbinder mit Anschlussfasern und, wenn notwendig, mit Referenzadaptern angefügt werden, um vollständige Steckverbinderbaugruppen mit Anschlussfasern herzustellen.

## 6 Prüfverfahren

### 6.1 Allgemeines

Ziel der hier beschriebenen Verfahren ist es, Messverfahren festzulegen, aus denen  $A(\lambda)$  und  $RL(\lambda)$  abgeleitet werden können.

Bei allen nachfolgend beschriebenen Verfahren kann die Messgenauigkeit durch Verwendung von Varianten des Grundverfahrens verbessert werden. Ein Beispiel für einen verbesserten Prüfaufbau zur Beschreibung von Bauteilen mit hohen Verlusten ist der phasenempfindliche Empfang einer mechanisch modulierten Quelle.

Außerdem kann die Leistungsschwankung der optischen Quelle in Abhängigkeit von der Zeit überwacht und dazu verwendet werden, um unter Verwendung des abgeschlossenen Ausgangsanschlusses des RBD die spektrale Empfindlichkeit des Prüflings systematisch einzustellen.

ANMERKUNG Wenn Verfahren B oder C verwendet wird, ist die Messgenauigkeit von der PDL des Prüflings und vom Empfangssystem abhängig.

## 6.2 Verfahren A – Breitbandlichtquelle

### 6.2.1 Nur Dämpfung

#### 6.2.1.1 Referenzmessung

Die BBS ist wie in Bild 2a dargestellt mit dem TND zu verbinden. Abhängig von der Prüflingskonfiguration darf die Verbindung entweder direkt oder mit einem Adapter erfolgen. Wenn möglich sollte die direkte Verbindung bevorzugt werden, da sie weniger unsicher ist.

Nach Bild 2a sind die optischen Ausgangsleistungspegel  $P_t^{\text{ref}}(\lambda)$  über dem Wellenlängenbereich zu messen und aufzuzeichnen.

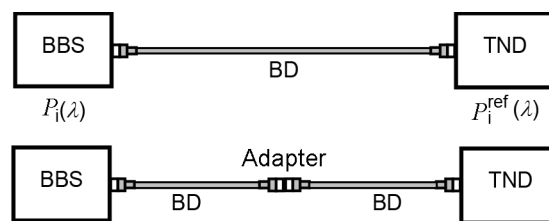


Bild 2a – Referenzmessung der Dämpfung

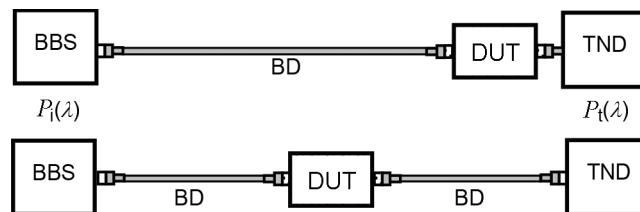


Bild 2b – Dämpfungsmessung

Bild 2 – Verfahren A – Ausschließliche Dämpfungsmessung

#### 6.2.1.2 Dämpfungsmessung

Der Prüfling ist wie in Bild 2b dargestellt einzufügen; die optischen Ausgangsleistungspegel  $P_t(\lambda)$  über dem Wellenlängenbereich sind zu messen und aufzuzeichnen.

$A(\lambda)$  ist wie folgt zu berechnen:

$$A(\lambda) = -10 \times \left[ \log \frac{P_t(\lambda)}{P_i(\lambda)} \right] \quad [\text{dB}] \quad (3)$$

### 6.2.1.3 Bidirektionale Messung

Der Prüfling ist für die Durchführung einer bidirektionalen Messung umzudrehen und die in beiden Richtungen aufgenommenen Messwerte sollten gemittelt werden. Wenn das Bauteil ausschließlich für die unidirektionale Verwendung vorgesehen ist, ist keine Mittelwertbildung durchzuführen.

### 6.2.2 Nur Rückflussdämpfung

#### 6.2.2.1 Referenzmessung

Zur Messung der Rückflussdämpfung der Messeinrichtung ohne Prüfling ist eine Referenzmessung erforderlich. BBS und NBD sind wie in Bild 3a dargestellt mit dem  $2 \times 1$ -BD zu verbinden. Abhängig von der Prüflingskonfiguration darf die Verbindung entweder direkt oder mit einem Adapter erfolgen. Wenn möglich sollte die direkte Verbindung bevorzugt werden, da sie weniger unsicher ist. Es ist sicherzustellen, dass der einzelne Ausgangszweig des  $2 \times 1$ -BD wie in Bild 3a dargestellt abgeschlossen wird.

Nach Bild 3a sind die optischen Ausgangsleistungspegel  $P_r^{\text{ref}}(\lambda)$  über dem Wellenlängenbereich zu messen und aufzuzeichnen.

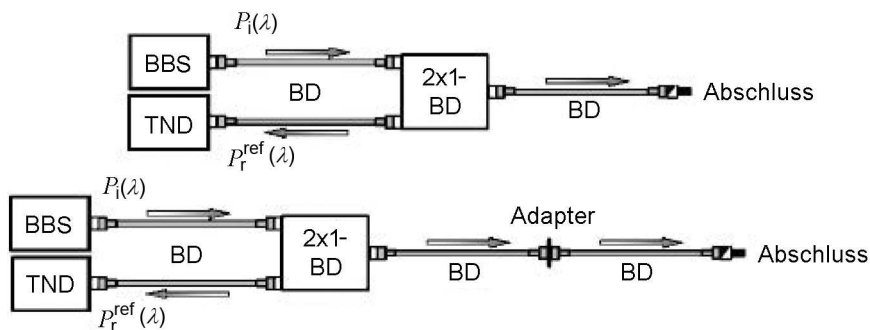


**Bild 3a – Referenzmessung der Rückflussdämpfung**

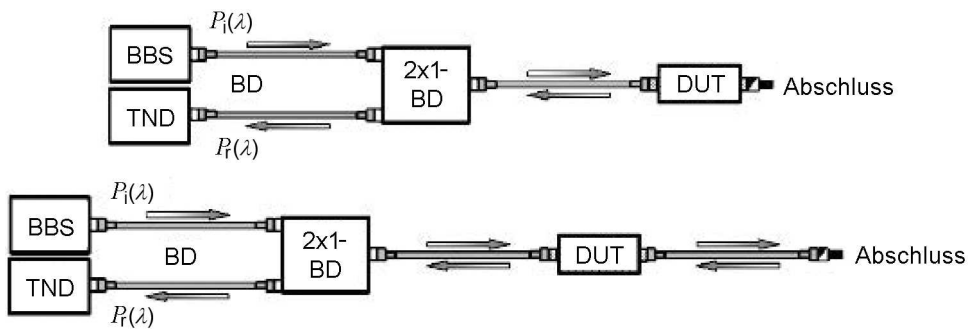


**Bild 3b – Messung der Rückflussdämpfung**

**Bild 3 – Verfahren A – Ausschließliche Messung der Rückflussdämpfung**

#### 6.2.2.2 Messung der Rückflussdämpfung

Der Prüfling ist wie in Bild 3b dargestellt einzufügen; die optischen Ausgangsleistungspegel  $P_r(\lambda)$  über dem Wellenlängenbereich sind zu messen und aufzuzeichnen.

$RL(\lambda)$  ist wie folgt zu berechnen:

$$RL(\lambda) = -10 \times \left[ \log \frac{P_r(\lambda)}{P_i(\lambda)} - \log \frac{P_r^{\text{ref}}(\lambda)}{P_i(\lambda)} \right] \text{ [dB]} \quad (4)$$

Es ist zu beachten, dass die optische Ausgangsleistung und die Referenzleistung nicht gleich sein dürfen.

### 6.2.2.3 Bidirektionale Messung

Der Prüfling ist für die Durchführung einer bidirektionalen Messung umzudrehen und die in beiden Richtungen aufgenommenen Messwerte sollten gemittelt werden. Wenn das Bauteil ausschließlich für die unidirektionale Verwendung vorgesehen ist, ist keine Mittelwertbildung durchzuführen.

## 6.2.3 Dämpfung und Rückflussdämpfung

### 6.2.3.1 Referenzmessung

Die BBS und die beiden NBDs sind wie in Bild 4a dargestellt mit dem  $2 \times 1$ -BD zu verbinden. Abhängig von der Prüflingskonfiguration darf die Verbindung entweder direkt oder mit einem Adapter erfolgen. Wenn möglich sollte die direkte Verbindung bevorzugt werden, da sie weniger unsicher ist. Es ist sicherzustellen, dass auf der Seite des einzelnen Ausgangszweigs des  $2 \times 1$ -BD am zweiten NBD ein APC-Steckverbinder verwendet wird wie in Bild 4a dargestellt.

Nach Bild 4a sind die beiden optischen Ausgangsleistungspegel  $P_t^{\text{ref}}(\lambda)$  und  $P_r^{\text{ref}}(\lambda)$  über dem Wellenlängenbereich zu messen und aufzuzeichnen.

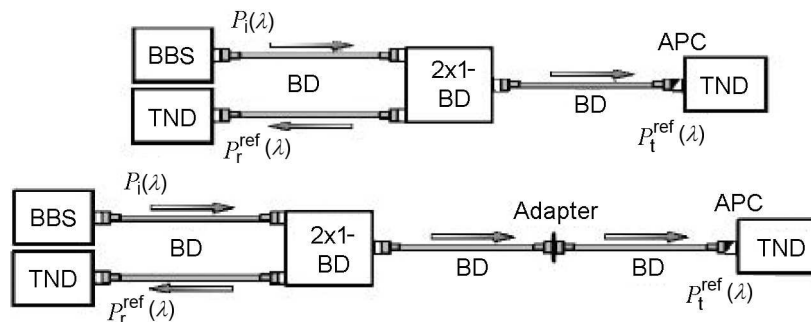


**Bild 4a – Referenzmessung vom Dämpfung und Rückflussdämpfung**

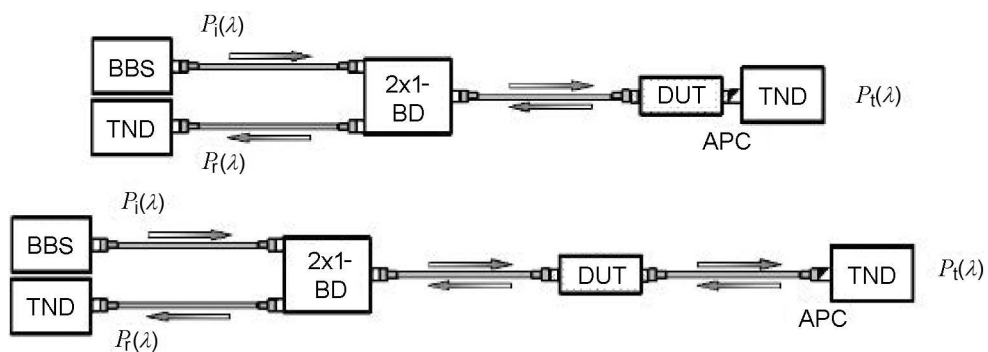


**Bild 4b – Messung von Dämpfung und Rückflussdämpfung**

**Bild 4 – Verfahren A – Messung von Dämpfung und Rückflussdämpfung**

### 6.2.3.2 Messung von Dämpfung und Rückflussdämpfung

Der Prüfling ist wie in Bild 4b dargestellt einzufügen; die optischen Ausgangsleistungspegel  $P_t(\lambda)$  und  $P_r(\lambda)$  über dem Wellenlängenbereich sind zu messen und aufzuzeichnen.

$A(\lambda)$  und  $RL(\lambda)$  sind nach den Gleichungen (3) und (4) zu berechnen.

### 6.2.3.3 Bidirektionale Messung

Der Prüfling ist für die Durchführung einer bidirektionalen Messung umzudrehen und die in beiden Richtungen aufgenommenen Messwerte sollten gemittelt werden. Wenn das Bauteil ausschließlich für die unidirektionale Verwendung vorgesehen ist, ist keine Mittelwertbildung durchzuführen.

## 6.3 Verfahren B – Durchstimbare Schmalbandlichtquelle

In allen Fällen, in denen Verfahren B angewendet wird, muss die TLS depolarisiert werden, um ein Ergebnis zu erhalten, das den Mittelwert über alle SOPs darstellt und nicht nur bei einem unbekannten oder nicht anwendbaren SOP der TLS selbst ohne Depolarisation.

Verfahren B darf in einer Anzahl unterschiedlicher Konfigurationen verwendet werden (siehe Tabelle 1 – Prüfverfahren und Kennwerte) wie folgt:

- Verfahren B.1 – TLS mit BBD;
- Verfahren B.1.1 – schrittweise durchstimbare TLS mit BBD, bei dem die Messung jeweils bei einer Wellenlänge über dem Wellenlängenbereich durchgeführt wird;
- Verfahren B.1.2 – durchlaufend durchstimbare TLS mit BBD, bei dem die Messung stetig über dem Wellenlängenbereich durchgeführt wird;
- Verfahren B.2 – TLS mit TND;
- Verfahren B.2.1 – schrittweise durchstimbare TLS mit TND, bei dem die Messung jeweils bei einer Wellenlänge über dem Wellenlängenbereich durchgeführt wird und TLS und TND miteinander synchronisiert sind;
- Verfahren B.2.2 – durchlaufend durchstimbare TLS mit TND, bei dem die Messung stetig über dem Wellenlängenbereich durchgeführt wird und TLS und TND miteinander synchronisiert sind.

In jedem Fall entsprechen der Messaufbau und das Messverfahren den Bildern 3 und 4 und 5.1.

## 6.4 Verfahren C – Satz von mehreren festgelegten Schmalbandlichtquellen

### 6.4.1 Allgemeines

Verfahren C darf in zwei unterschiedlichen Konfigurationen (siehe Tabelle 1 – Prüfverfahren und Kennwerte) angewendet werden wie:

- Verfahren C.1 – Satz von  $N \times$  NLS mit BBD;
- Verfahren C.2 – Satz von  $N \times$  NLS mit TND.

In jedem Fall muss jede NLS depolarisiert werden, um ein Ergebnis zu erhalten, das den Mittelwert über alle SOPs darstellt und nicht nur bei einem unbekannten oder nicht anwendbaren SOP der NLS selbst ohne Depolarisation.

Das Messverfahren ist für beide Konfigurationen gleich.

### 6.4.2 Nur Dämpfung

#### 6.4.2.1 Referenzmessung

Jede NLS ist wie in Bild 5a dargestellt mit dem  $N \times 1$ -BD oder -Schalter und mit dem BBD oder TND zu verbinden.

Abhängig von der Prüflingskonfiguration darf die Verbindung entweder direkt oder mit einem Adapter erfolgen. Wenn möglich sollte die direkte Verbindung bevorzugt werden, da sie weniger unsicher ist.