

DIN EN 61300-3-38

ICS 33.180.20

**Lichtwellenleiter - Verbindungselemente und passive Bauteile –
Grundlegende Prüf- und Messverfahren –
Teil 3-38: Untersuchungen und Messungen –
Gruppenlaufzeitverzögerung, chromatische Dispersion und
Phasenwelligkeit
(IEC 61300-3-38:2012);
Deutsche Fassung EN 61300-3-38:2012**

Fibre optic interconnecting devices and passive components –
Basic test and measurement procedures –
Part 3-38: Examinations and measurements – Group delay, chromatic dispersion and
phase ripple
(IEC 61300-3-38:2012);
German version EN 61300-3-38:2012

Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques –
Procédures fondamentales d'essais et de mesures –
Partie 3-38: Examens et mesures – Retard de groupe, dispersion chromatique et
fluctuation de phase
(CEI 61300-3-38:2012);
Version allemande EN 61300-3-38:2012

Gesamtumfang 42 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2012-07-03 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2013-04-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 61300-3-38:2008-01.

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) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 86B „Fibre optic interconnecting devices and passive components“ erarbeitet.

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

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

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.

Lichtwellenleiter – Verbindungselemente und passive Bauteile –
Grundlegende Prüf- und Messverfahren –
Teil 3-38: Untersuchungen und Messungen – Gruppenlaufzeitverzögerung,
chromatische Dispersion und Phasenwelligkeit
(IEC 61300-3-38:2012)

Fibre optic interconnecting devices and passive components –
Basic test and measurement procedures –
Part 3-38: Examinations and measurements –
Group delay, chromatic dispersion and phase ripple
(IEC 61300-3-38:2012)

Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques –
Procédures fondamentales d'essais et de mesures –
Partie 3-38: Examens et mesures – Retard de groupe, dispersion chromatique et fluctuation de phase
(CEI 61300-3-38:2012)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2012-07-03 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC Management Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

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

Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2012 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 61300-3-38:2012 D

Vorwort

Der Text des Dokumentns 86B/3394/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe der IEC 61300-3-38, erarbeitet vom SC 86B „Fibre optic interconnecting devices and passive components“ des IEC/TC 86 „Fibre optics“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 61300-3-38:2012 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2013-04-03
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2015-07-03

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

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61300-3-38:2012 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

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

IEC 60793-1-42	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60793-1-42.
IEC 61300-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61300-1.
IEC 61300-3-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61300-3-1.
IEC 61300-3-32	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61300-3-32.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe und Abkürzungen	5
4 Allgemeine Beschreibung	6
5 Prüfeinrichtung	6
5.1 Verfahren mit Modulationsphasenverschiebung	6
5.2 Verfahren der Interferometrie mit Wellenlängendurchlauf	10
5.3 Verfahren mit Polarisationsphasenverschiebung	12
6 Messverfahren	14
6.1 Verfahren mit Modulationsphasenverschiebung	14
6.2 Verfahren der Interferometrie mit Wellenlängendurchlauf	17
7 Analyse	23
7.1 Rauschminderung bei der Gruppenlaufzeitmessung	23
7.2 Lineare Phasenänderung	23
7.3 Chromatische Dispersion	24
7.4 Phasenwelligkeit	26
8 Beispiele von Messungen	27
8.1 Verfahren mit Modulationsphasenverschiebung	27
8.2 Planar-Wellenleiter Filterbauteil	27
8.3 Einstellbarer Dispersionskompensator (Faser-Bragg-Gatter)	28
8.4 Zufällige-Polarisationsmodenkopplung-Gerät	29
9 Prüfergebnisse	30
Anhang A (informativ) Berechnung der Differenzgruppenlaufzeit	31
Literaturhinweise	39
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	40
Bilder	
Bild 1 – Messaufbau MPS	7
Bild 2 – Messaufbau SWI-Messverfahren	10
Bild 3 – Aufbau für das PPS-Messverfahren	12
Bild 4 – Abtastung an der Modulationsfrequenz	16
Bild 5 – An einer ITU-Wellenlänge zentriertes Messfenster mit einer bestimmten Breite	22
Bild 6 – Messfenster, bestimmt durch den Verlauf der Einfügedämpfung bei 3 dB	23
Bild 7 – Berechneter CD einer angepassten GD über eine optische Bandbreite von 25 GHz mittig zur ITU-Frequenz	25
Bild 8 – Eine Polynomkurve 6ter Ordnung wird an relativen GD-Daten über eine optische Bandbreite von 25 GHz mittig zur ITU-Frequenz angepasst	25

	Seite
Bild 9 – Abschätzung der Amplitude der GD-Welligkeit und der Periode.....	26
Bild 10 – GD- und IL-Spektren eines 50-GHz-Bandpass-Dünnschicht-DWDM-Filters.....	27
Bild 11 – Gemessene Gruppenlaufzeit- und Verlustspektrum für ein Planar-Wellenleiter Filterbauteil	27
Bild 12 – Gemessene Gruppenlaufzeit- und Verlustspektrum für ein Planar-Wellenleiter Filterbauteil	28
Bild 13 – Gemessene Gruppenlaufzeitabweichung an einem Faser-Bragg-Gitter	28
Bild 14 – Gemessene Phasenwelligkeit eines Faser-Bragg-Gitters.....	29
Bild 15 – Gemessene GD eines Zufällige-Polarisationsmodenkopplung-Gerätes	29
Bild 16 – Gemessene GD eines Zufällige-Polarisationsmodenkopplung-Gerätes	30
Bild A.1 – Mueller-Zustände auf der Poincaré-Kugel	31
Bild A.2 – Spektrum der Differenzgruppenlaufzeit (DGD) für ein 50-GHz-Bandpassfilter, gemessen mit 30 pm Auflösungsbandbreite	34
Bild A.3 – DGD in Abhängigkeit von der Wellenlänge für ein Bauelement mit zufälliger Modenkopplung (Beispiel)	35
Bild A.4 – DGD in Abhängigkeit von der Wellenlänge für ein Braggsches Gitterfilter (Beispiel).....	36
 Tabellen	
Tabelle 1 – Modulationsfrequenz gegen die Wellenlängenauflösung für das C-Band.....	15
Tabelle A.1 – Beispiel eines Mueller-Satzes	32

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 61300 beschreibt die erforderlichen Messverfahren zur Charakterisierung der Gruppenlaufzeiteigenschaften von passiven optischen Bauteilen und dynamischen Modulen. Aus diesen Messungen können weitere Parameter wie Welligkeit der Gruppenlaufzeit, lineare Phasenabweichung, chromatische Dispersion, Dispersionsanstieg und Phasenwelligkeit abgeleitet werden. Werden diese Messungen außerdem mit aufgelöster Polarisierung durchgeführt, kann auch die Differenzgruppenlaufzeit als eine Alternative zur Einzelmessung anhand der zugeordneten Verfahren in IEC 61300-3-32 bestimmt werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60050-731, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 731: Optical fibre communication*

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 characterizing the amplitude of the spectral transfer function of DWDM components*

3 Begriffe und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die Begriffe und Definitionen nach IEC 60050-731 und IEC 61300-3-29, zusammen mit den folgenden.

BW	Bandbreite: die spektrale Breite eines Signals oder Filters
CD	chromatische Dispersion (in ps/nm): Änderung der Gruppenlaufzeit in Abhängigkeit von der Wellenlänge: $CD = d(GD)/d\lambda$
D	Empfänger (en: detector)
DGD	Differenzgruppenlaufzeit (en: differential group delay) (in ps): Unterschied in der Ausbreitungszeit zwischen zwei senkrecht aufeinander stehenden Polarisationsmoden
DUT	Prüfling (en: device under test)
DWDM	Wellenlängenmultiplex mit hoher Dichte
δ	schrittweite der VWS bei einer Durchlauf-Wellenlängen-Messung
f_{RF}	Modulationsfrequenz
GD	Gruppenlaufzeit (in ps): erforderliche Zeit für die Ausbreitung eines Signals durch ein Bauelement
GDR	Welligkeit der Gruppenlaufzeit (in ps): die Amplitude der GD-Welligkeit
LN	LiNbO ₃
LPV	lineare Phasenänderung (in deg)
λ_c	Mittenkanal oder Nennwert der Betriebswellenlänge für ein Bauelement
MPS	Modulationsphasenverschiebung
PBS	polarisierender Strahlteiler
PMD	Polarisationsmodendispersion (in ps): Durchschnittswert der DGD über der Wellenlänge
PPS	Polarisationsphasenverschiebung
PSP	grundlegender Polarisationsstatus (en: principle state of polarization)
Φ	Phasenlaufzeit

RBD	Referenzverzweiger (en: reference branching device)
SOP	Polarisationsstatus (en: state of polarization)
SSE	spontane Emission der Strahlungsquelle
SWI	Interferometrie mit Wellenlängendurchlauf
$\Delta\theta$	Phasenwelligkeit
TDC	einstellbarer Dispersionskompensator (en: tunable dispersion compensator)
TJ	zeitweiliger Spleiß (en: temporary joint)
TLS	abstimbare Laserquelle
VWS	Strahlungsquelle mit veränderbarer Wellenlänge.

4 Allgemeine Beschreibung

In dieser Norm werden Übertragungsmessungen der Gruppenlaufzeiteigenschaften von passiven optischen Bauteilen und dynamischen Modulen behandelt. Für die Auswertung der Gruppenlaufzeiteigenschaften ist es auch von Bedeutung, dass spektrale Messwerte der Amplitude vorliegen. Aus diesem Grund werden auch Dämpfungsmessungen bis zu dem Umfang behandelt, wie sie zur Durchführung geeigneter Dispersionsmessungen notwendig sind.

Die Methoden, die für dieses Verfahren beschrieben werden, sollen für jedes Wellenlängenband (C, L, O usw.) anwendbar sein, obwohl die Beispiele zur Veranschaulichung nur für das C-Band dargestellt werden.

Das vorliegende Dokument ist in verschiedene Abschnitte aufgeteilt; ein Abschnitt legt den Schwerpunkt auf die Messtechniken und ein anderer konzentriert sich auf die Auswertung der Messdaten. Die Messtechniken, die in diesem Dokument behandelt werden, sind die Verfahren mit Modulationsphasenverschiebung, Interferometrie mit Wellenlängendurchlauf und das Verfahren mit Polarisationsphasenverschiebung. Das Verfahren mit Modulationsphasenverschiebung wird als Referenzverfahren betrachtet. Die Verfahren wurden besonders aufgrund ihrer Eigenschaften ausgewählt, Ergebnisse mit spektraler Auflösung zu liefern, die häufig für passive Komponenten und besonders für wellenlängenselektive Bauteile notwendig sind.

Die angemessenen Messparameter, um die Welligkeit der Gruppenlaufzeit abzuschätzen, und das Verfahren zur Bewertung der Phasenwelligkeit des GDR-Messergebnisses sind in 7.4 gezeigt. Die Phasenwelligkeit ist wichtig als eine Messung des Einflusses, den die GD eines optischen Gerätes auf die Übertragungsqualität hat, da viele einstellbare Dispersionskompensatoren den Interferenzeffekt verwenden, bei dem die Welligkeit ein maßgeblicher Effekt ist.

5 Prüfeinrichtung

5.1 Verfahren mit Modulationsphasenverschiebung

5.1.1 Allgemeines

Der Messaufbau für die Kennwerteermittlung der Gruppenlaufzeiteigenschaften (GD) von optischen Bauteilen ist in Bild 1 dargestellt. Die verschiedenen Bestandteile dieses Systems und deren Funktionen werden unter 5.1.2 bis 5.1.13 ausführlich erläutert.

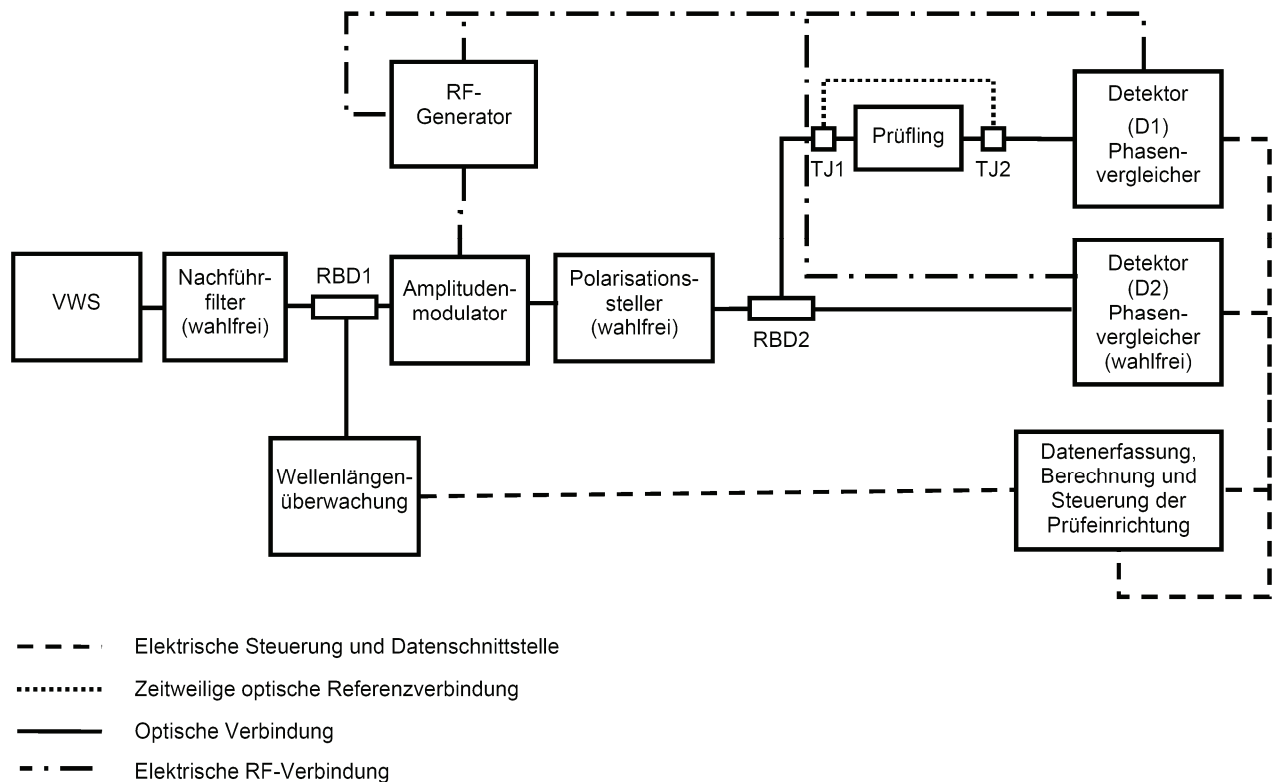


Bild 1 – Messaufbau MPS

5.1.2 Strahlungsquelle mit veränderbarer Wellenlänge (VWS)

Die VWS ist eine polarisierte Lichtquelle, bei der eine bestimmte Ausgangswellenlänge ausgewählt und die über einen festgelegten Wellenlängenbereich abgestimmt werden kann. Die Stabilität der Ausgangsleistung bei jeder der Betriebswellenlängen muss ausreichend sein, um keine maßgeblichen Fehler bei den Phasenkomparatoren zu erzeugen. Die relative Genauigkeit und die Reproduzierbarkeit der Wellenlänge, die gemeinsam von der VWS und der Wellenlängenüberwachungseinrichtung bestimmt wird, muss besser als 3 pm für jeden Punkt im Messbereich sein und die Genauigkeit für die absolute Wellenlänge sollte den Wellenlängenspezifikationen des Prüflings genügen. Die Linienbreite der Strahlungsquelle muss kleiner als 100 MHz sein. Der Abstimmbereich der VWS muss den gesamten Spektralbereich des DWDM-Bauelements abdecken, und außerdem darf die Strahlungsquelle über diesen Abstimmbereich kein Modenspringen zeigen. Die Ausgangsleistung der VWS muss ausreichend sein, um genug Signal zur Verfügung zu stellen, um einen guten Vergleich der Phasen sicherzustellen.

Der Mindestwert der Wellenlängenerhöhung des VWS sollte auf eine Wellenlänge des erwarteten GDR-Abchnittes des DUT ausgerichtet werden.

5.1.3 Nachführfilter (wahlfrei)

Das Nachführfilter darf für alle DUT-Messungen eingesetzt werden, wenn die Dynamikbereiche der VWS und des Empfängers keine Messung bis zu einer Dynamikbereichtiefe von mindestens 40 dB aufgrund der Form des DUT und der Breitband-SSE der VWS zulässt. Das Filter muss die VWS so nachführen, dass eine maximale SSE-Unterdrückung erreicht und die übertragene Leistung maximal wird, wenn die VWS über der Messzone abgetastet wird. Das spektrale Übertragungsverhalten des Filters muss eine ausreichende Dämpfung außerhalb des Bandes aufweisen, damit am Übertragungsempfänger ein Dynamikbereich von 40 dB bis 50 dB ermöglicht wird.

5.1.4 Referenz-Verzweiger RBD1, RBD2

Die Konfiguration des Verzweigers ist 1×2 oder 2×2 . Bei einer 2×2 -Konfiguration ist ein Anschluss des RBD so abzuschließen, dass er einen Rückstreuverlust kleiner als 50 dB hat. Das Aufteilungsverhältnis des

RBD muss wellenlängenunabhängig sein. Ebenso sollte es gegen Polarisierung unempfindlich sein. Die Polarisierungsempfindlichkeit der Übertragungsdämpfung muss kleiner als ein Zehntel der Wellenlängenabhängigkeit der Dämpfung des Bauelements oder weniger als 0,1 dB sein. Die Richtdämpfung muss mindestens 10 dB höher sein als die maximale Rückstreuungsdämpfung, wenn diese gemessen werden soll. Das Aufteilungsverhältnis muss ausreichend sein, um den Dynamikbereich für die Messung der Übertragungsfunktion und die erforderliche Leistung für den korrekten Betrieb der Wellenlängen-Überwachungseinrichtung zu sichern.

5.1.5 Wellenlängen-Überwachungseinrichtung (wahlfrei)

Bei diesem Prüfverfahren ist die Wellenlängengenauigkeit der Strahlungsquelle genau zu kontrollieren. Wenn die Abstimmengenauigkeit der VWS für die Messung nicht ausreichend ist, dann ist eine Wellenlängen-Überwachungseinrichtung erforderlich. Bei diesem Messverfahren ist es notwendig, den spektralen Spitzenwert eines jeden Eingangssignals innerhalb der Bandbreite des Bauelements mit einer Präzision von 3 ppm zu messen. Annehmbare Wellenlängen-Überwachungseinrichtungen umfassen Überwachungseinrichtungen für optische Wellenlängen oder eine Gas-Absorptionszelle (z. B. eine Acetylen-Zelle). Wenn eine Gas-Absorptionszelle verwendet wird, muss die Wellenlängenpräzision der VWS ausreichend sein, um die Absorptionslinien aufzulösen. Zwischen den Absorptionslinien muss die VWS ein ausreichend lineares Verhalten besitzen.

Nach dieser Spezifikation ist die Wellenlängen-Wiederholpräzision von VWS und Überwachungseinrichtung einbezogen. Dies sollte vom Prüfer so verstanden werden, dass bei einer Welligkeit der Prüfeinrichtung von 0,1 ps bei einer 30-ps-Periode eine zufällige Wellenlängenschwankung von 3 pm von der Bezugsabstimmung zur Bauelementabstimmung zu einem GD-Rauschen von 0,03 ps führen kann.

5.1.6 Prüfling (en: device under test – DUT)

Für die Anwendung dieses Dokuments müssen die Prüfanschlüsse ein einzelner „Eingangs-Ausgangs“-Pfad sein. Das beschriebene Verfahren kann weitergeführt werden, um ein einzelnes Messsystem zu erhalten, dass für ein $m \times n$ -DWDM-Bauelement funktioniert. Dieses Bauelement ist entweder mit Pigtails oder mit Steckverbindern abzuschließen. Da der Messaufbau sehr empfindlich gegenüber Reflexionen ist, und hilfreich zur Entdeckung von Reflexionen im DUT, ist es wichtig, dass Reflexionen nicht durch das Messsystem erzeugt werden.

Die Kennwerte von DWDM-Bauelementen sind in vielen Fällen temperaturabhängig. Bei diesem Messverfahren wird davon ausgegangen, dass ein Bauelement während der gesamten Prüfung auf einer konstanten Temperatur gehalten wird. Die absolute Präzision der Messung kann durch die Präzision jeder beliebigen Heiz- oder Kühleinrichtung eingeschränkt werden, die zur Aufrechterhaltung einer konstanten Temperatur eingesetzt wird. Wenn beispielsweise von einem Bauelement bekannt ist, dass es eine Temperaturabhängigkeit von 0,01 nm/°C hat und die Temperatur während des Verfahrens bei einer Einstelltemperatur ± 1 °C gehalten wird, dann ist bei allen erhaltenen Spektralergebnissen mit einer temperaturbedingten Unsicherheit von 0,02 nm zu rechnen.

5.1.7 Detektoren D1, D2

Die Detektoren bestehen aus einem optischen Empfänger, der zugehörigen Elektronik und einer Einrichtung zum Anschluss an einen Lichtwellenleiter. Die Anwendung des Detektors (D2) wird freigestellt, jedoch liefert er eine Korrektur für alle Instabilitäten in der Gruppenlaufzeit des Prüfaufbaus zwischen dem Modulator und dem Prüfling zwischen Schritt 3) und Schritt 4) in 6.1.3. Die optische Verbindung kann eine Buchse für einen LWL-Steckverbinder, ein Pigtail oder eine Kupplung für eine mantellose Faser sein. Die Rückreflexion von den Detektoren D1 und D2 muss so klein wie möglich sein. Die Vorzugsalternative würde in der Anwendung eines APC-Steckverbinders bestehen. Es sollte jedoch beachtet werden, dass die Anwendung eines APC-Steckverbinders etwa 0,03 dB der polarisationsabhängigen Dämpfung zur Messung beiträgt, wenn der Abschluss in Luft erfolgt.

Der Dynamikbereich und die Empfindlichkeit der Detektoren müssen ausreichend für den geforderten Messbereich und die von der modulierten Strahlungsquelle abgegebene Leistung sein. Die Linearität der Detektoren sollte ausreichend sein, um das modulierte Signal exakt darstellen zu können. Der Detektor muss

die optische Modulationsphase mit guter Stabilität an die RF-Ausgangsphase übertragen und nur eine geringe Abhängigkeit vom optischen Signalpegel aufweisen.

Wenn ein Detektor während der Messfolge abzutrennen und wieder anzuschließen ist, muss der Koppelwirkungsgrad bei den beiden Messungen mindestens die Präzision des gekoppelten Steckverbinders beibehalten.

5.1.8 RF-Generator

Der RF-Generator liefert ein elektrisches Signal, dass für die Ansteuerung des Intensitätsmodulators verwendet wird. Zusätzlich wird dieses Signal auch als Bezugssignal an die Phasenvergleicher in den Detektoren D1 und D2 geliefert. Der RF-Generator erzeugt eine Wellenform mit nur einer dominanten Fourier-Komponente, beispielsweise eine sinusförmige Modulation. Üblicherweise wird ein sinusförmiges Signal mit einer Frequenz im Bereich von 100 MHz bis 3 GHz angewendet. Weil die Frequenz die Zeitbasis für die Messung der Gruppenlaufzeit darstellt, muss der RF-Generator eine ausreichende Frequenzgenauigkeit und -stabilität für die geforderte Messgenauigkeit besitzen.

5.1.9 Amplitudenmodulator

Der Amplitudenmodulator verwendet das modulierte Signal des RF-Generators, um die äquivalente Amplitudenmodulation auf einem optischen Dauerstrichsignal zu erzeugen. Der Modulator konvertiert das modulierte Signal vom RF-Generator in ein moduliertes optisches Signal. Für die Erzeugung einer guten sinusförmigen Modulation muss der Modulator eine ausreichende Linearität aufweisen. Die Modulationsamplitude sollte dem Dynamikbereich des Empfängersystems angepasst werden.

5.1.10 Phasenvergleicher

Der Phasenvergleicher ist in den Detektoren D1 und D2 eingebaut und vergleicht die Phase des Signals und des RF-Bezugssignales. Üblicherweise wird als Phasenvergleicher ein Netzwerkanalysator oder ein Lock-in-Verstärker eingesetzt. Ein als phasenempfindliche Gleichrichtung bekanntes Verfahren wird angewendet, um die Komponente des Signals bei einer bestimmten Referenzfrequenz und -phase auszuwählen. Störsignale mit anderen Frequenzen als der Referenzfrequenz werden unterdrückt und haben keinen Einfluss auf die Phasenmessung. Der Pegel des RF-Signals darf sich nicht auf die Phasenmessung auswirken.

5.1.11 Zeitweilige Verbinder TJ1, TJ2

Zeitweilige Verbinder werden festgelegt, um das Prüfeingangssignal mit dem Prüfling und den Ausgang des Prüflings mit dem Übertragungsempfänger (D1) zu verbinden.

Beispiele für zeitweilige Faserverbinder sind üblicherweise Steckverbinder oder Spleiße. Es können jedoch auch andere Techniken, wie Vakuumeinspannvorrichtungen oder Mikromanipulatoren angewendet werden. Durch die hohe Empfindlichkeit gegenüber Reflexionen ist es notwendig sicherzustellen, dass alle diese Verbinder Reflexionen < -50 dB besitzen.

5.1.12 Polarisationssteuerung (wahlfrei)

Das modulierte Lasersignal wird wahlweise an einen Polarisationssteller gesendet, mit dem die Polarisation auf die 4-Mueller-Zustände eingestellt werden kann, die sich auf der Oberfläche einer Poincaré-Kugel befinden, drei von ihnen auf dem Äquator der Poincaré-Kugel und um 90° getrennt und aus 0°, 45° und 90° linearen Polarisationszuständen bestehend, und der vierte Zustand auf dem Pol der Poincaré-Kugel für zirkuläre Polarisation. Wenn der Prüfling Polarisationsmodendispersion zeigt, lassen die gemittelten Ergebnisse der orthogonalen Polarisationszustände zu, die die mittlere Gruppenlaufzeit über alle Eingangs-Polarisationszustände zu bestimmen. Die Differenzgruppenlaufzeit (DGD) kann aus einer Reihe von Gruppenlaufzeitmessungen bei allen 4-Mueller-Zuständen berechnet werden. Der Polarisationssteller muss die entsprechende Polarisation mit einer ausreichenden Stabilität für den Wellenlängenbereich bereitstellen können, in dem die Messungen durchgeführt werden.

5.1.13 Referenz-Rangierkabel

Ein Referenz-Rangierkabel besteht aus einer Einmodenfaser. Die optische Verbindung kann ein LWL-Steckverbinder, ein Faser-Pigtail oder eine unbeschichtete Faser sein. Das Referenz-Rangierkabel muss die gleiche optische Verbindung wie der Prüfling haben.

5.2 Verfahren der Interferometrie mit Wellenlängendurchlauf

5.2.1 Allgemeines

Der Messaufbau für dieses Verfahren ist in Bild 2 dargestellt. Die verschiedenen Bestandteile dieses Systems und deren Funktionen werden unter 5.2.2 bis 5.2.7 ausführlich erläutert. Bei dem abgebildeten Aufbau wird eine Übertragungsmessung an einem Prüfling mit zwei optischen Anschlüssen dargestellt.

Die Messung der Gruppenlaufzeit ist üblicherweise von Interesse, um deren Wellenlängen- und Polarisationsabhängigkeit zu bestimmen. Die Gruppenlaufzeit der Lichtwellenleiter und weiterer Bauteile des LWL-Netzwerks ist jedoch auch empfindlich von äußeren Parametern wie Temperatur, Druck und mechanische Beanspruchung abhängig. Deshalb sollte der Aufbau für die Messung der Gruppenlaufzeit ausreichende Stabilität gegen die Bewegung der Fasern und gegen äußere Veränderungen während der Messung haben. Weil das Verfahren der Interferometrie mit Wellenlängendurchlauf auf der Verfolgung der optischen Phase beruht, die sehr empfindlich für Gruppenlaufzeit und Gruppenlaufzeitänderung ist, sind derartige Vorkehrungen bei diesem Verfahren von besonderer Bedeutung.

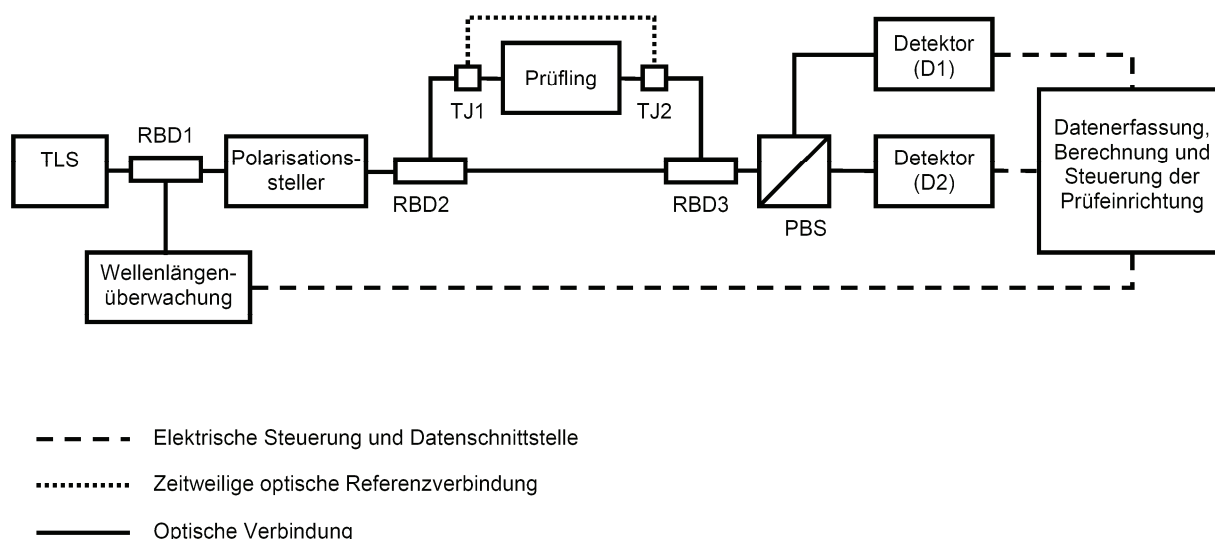


Bild 2 – Messaufbau SWI-Messverfahren

5.2.2 Abstimmbare Laserquelle (en: tunable laser source – TLS)

Bei dem SWI-Verfahren wird kohärente Interferenz angewendet, so dass zur Bereitstellung eines veränderlichen Wellenlängensignals eine abstimmbare Laserquelle erforderlich ist. Die Laserquelle muss für den geforderten Wellenlängenbereich abstimmbare sein. Unter Beachtung der typischen Anforderungen an Kohärenz und Wellenlängenauflösung muss die Linienbreite schmäler als 1 MHz sein. Die übliche Länge einer Einrichtung von 10 m, einschließlich Verbindungskabel, liefert eine Interferogrammperiode von etwa 20 MHz. Für die genaue Kennwerteermittlung ist hier eine wesentlich bessere Auflösung erforderlich. Üblicherweise ist eine Messungen mit engen Abständen gefordert (abhängig von der Länge und dem Gruppenlaufzeitbereich des Prüflings, wie in 6.2.1 diskutiert), so dass dringend empfohlen wird, die Messungen während der kontinuierlichen Wellenlängenabstimmung durch die Quelle vorzunehmen. Der Aufbau muss deshalb über eine festgelegte Steuerung und Überwachung der Wellenlänge während des Durchstimmens verfügen.

5.2.3 Wellenlängen-Überwachungseinrichtung

Wenn die abstimmbare Laserquelle selbst keine ausreichende Wellenlängenpräzision hat, dann muss diese durch Einsatz einer Wellenlängen-Überwachungseinrichtung erzielt werden. Die Überwachungseinrichtung verbessert die Präzision der absoluten Wellenlänge und der relativen Wellenlänge für jeden Messpunkt während der Wellenlängenabtastung.

5.2.4 Referenz-Verzweiger RBD1, RBD2, RBD3

Die Verzweiger RBD2 und RBD3 werden zur Einrichtung des Interferometers verwendet, indem der optische Weg so aufgeteilt wird, dass ein Teil des Lichts den Prüfling durchläuft und der andere Teil entlang eines Bezugsweges geführt wird. Anschließend wird das Licht dieser beiden Wege wieder so zusammengeführt, dass es an den Detektoren zur Interferenz kommt. Diese Koppler haben üblicherweise ein Kopplungsverhältnis von 50 : 50. Weitere Verzweiger können eingesetzt werden, um Licht für die Überwachung wie für die Wellenlängen-Überwachungseinrichtung abzuzweigen. Für die Bereitstellung eines entsprechenden Signals für die Überwachungsfunktion sollten diese Verzweiger ausgesucht werden. Die Konfiguration dieser Verzweiger ist 1×2 oder 2×2 . Unbenutzte Anschlüsse der Referenz-Verzweiger sind so abzuschließen, dass sich Rückreflexionen kleiner als -50 dB ergeben.

5.2.5 Detektoren D1, D2

Die Detektoren werden dazu eingesetzt, die optische Leistung in Abhängigkeit von der Wellenlänge aufzunehmen. Wie nachfolgend beschrieben, erzeugt die empfohlene Anordnung zwei Aufzeichnungen für das Licht bei zwei orthogonalen Polarisationszuständen. Die Aufzeichnungen zeigen im Allgemeinen Schwingungen der Leistung mit sehr kurzen Wellenlängenperioden, wie in 5.2.1 erläutert, so dass in Abhängigkeit von der Wellenlänge eine große Anzahl von Messungen erforderlich ist. Aus diesem Grund wird ein sehr schnelles Datenerfassungssystem empfohlen. Die folgende Diskussion geht von der Annahme aus, dass das Ausgangssignal der optischen Leistung entspricht. Die Detektoren sollten eine gute Linearität besitzen, weil die relativen Änderungen der zu bewertenden Leistung sehr klein sind, und es sollte vermieden werden, die Detektoren bis nahezu in die Sättigung zu steuern.

5.2.6 Polarisationssteuerung

Damit das Interferometer ein ausreichendes Interferenzsignal liefern kann, muss sichergestellt werden, dass das Licht von den beiden Signalwegen mit derselben Polarisation kombiniert wird, weil Signale mit orthogonaler Polarisation keine Interferenzen erzeugen. Da der Polarisationszustand des Lichts am Ausgang des Prüflings im Allgemeinen unbekannt sein wird, ist eine Steuerung der Polarisation notwendig. Der Polarisationssteller und der Polarisationsanalysator nach 5.2.7 werden zur Erfüllung dieser Funktion zusammengeslossen, wie in Abschnitt 5 beschrieben. Der Polarisationssteller wird im Allgemeinen verwendet, um die Polarisation am Eingang des Prüflings zu bestimmen und um die Leistung an den beiden Empfängern vom Referenzweg des Interferometers „auszugleichen“. Mit dem Polarisationssteller muss die Bereitstellung einer ausreichenden Polarisationsstabilität für den Wellenlängenbereich der Messung möglich sein, beispielsweise durch Anwendung von Phasenplättchen 0ter Ordnung. Die Kombination aus Polarisationssteller und -analysator gestattet auch die Berechnung der Differenzgruppenlaufzeit aus einer Reihe von Gruppenlaufzeitmessungen, die unter verschiedenen Polarisationsbedingungen durchgeführt wurden.

5.2.7 Polarisationsanalysator

Der Polarisationsanalysator ist der zweite Teil der Konfiguration, um günstige Interferenzbedingungen sicherzustellen, die auf der Polarisation beruhen. Eine praktische Realisierungsmöglichkeit besteht darin, den polarisierenden Strahlteiler in Kombination mit den beiden Detektoren einzusetzen. Wenn der Polarisationssteller nach 4.2.5 sichert, dass an beiden Detektoren etwa die gleiche Leistung aus dem Referenzweig vorhanden ist, dann wird das Licht vom Prüfling ebenso in zwei Komponenten mit derselben Polarisation am Empfänger wie das Referenzlicht aufgeteilt. Damit wird ein gutes Interferenzsignal gesichert.