

## Anwendungsbereich

Anwendungsbereich dieser Norm ist ...

### Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich .....	11
2 Normative Verweisungen .....	11
3 Symbole und Abkürzungen .....	12
4 Hintergrund zu PMD-Eigenschaften .....	14
5 Messverfahren .....	16
5.1 Verfahren zur Messung der PMD .....	16
5.1.1 Allgemeines .....	16
5.1.2 Verfahren A: Festanalysator mit Fourier-Transformation (FA-FT) .....	16
5.1.3 Verfahren B: Auswertung der Stokes-Parameter (SPE) .....	17
5.1.4 Verfahren C: Interferometrisch .....	17
5.1.5 Verfahren D: Auswertung der Stokes-Parameter mittels zurückreflektiertem Licht .....	18
5.1.6 Verfahren E: Modulierte Phasenverschiebungstechnik .....	18
5.1.7 Verfahren F: Polarisationsphasenverschiebung (PPS) .....	18
5.1.8 Verfahren G: Wellenlängenabtastr-OTDR und SOP-Analyse (WSOSA) .....	18
5.2 Dokumentstruktur .....	18
5.3 Referenzprüfverfahren .....	18
6 Messkonfigurationen .....	19
6.1 Übertragungstrecke mit passiver Verkabelung .....	19
6.2 Übertragungstrecken mit Verstärkern .....	19
6.3 Übertragungstrecken mit Modulen zur Kompensation der chromatischen Dispersion .....	20
6.3.1 Allgemeines .....	20
6.3.2 Auf Fasern beruhende DCM .....	20
6.3.3 Auf Gittern beruhende DCM .....	20
6.4 Übertragungstrecken mit ROADM .....	20
6.4.1 Allgemeines .....	20
6.4.2 Mehrkanalige Punkt-zu-Punkt-Konfiguration .....	20
6.4.3 Einkanal-Konfiguration .....	20
7 Erwägungen zur Messung .....	20
7.1 Allgemeines .....	20
7.2 Wellenlängenbereich .....	21
7.3 PMD-Messbereich .....	21
7.4 Dynamischer Messbereich .....	21
7.5 Faserbewegung .....	21
7.6 Eingangs- und Ausgangs-SOP-Mischung .....	22
7.6.1 Allgemeines .....	22

	Seite
7.6.2	Polarisatoren/Mischer ..... 22
7.6.3	Der 9-Zustands-Mueller-Satz ..... 22
7.6.4	Zufälliges Mischen ..... 22
7.7	Polarisationsabhängige Dämpfung ..... 23
7.8	Verstärker-Erwägungen ..... 23
7.8.1	Allgemeines ..... 23
7.8.2	Optische Isolatoren ..... 23
7.8.3	Wellenlängenbereich ..... 23
7.8.4	Leistungspegel ..... 23
7.8.5	Verstärktes Rauschen der spontanen Emission (ASE) ..... 23
7.9	Erwägungen zum Standort der Messausrüstung ..... 23
8	Messaufbau ..... 24
8.1	Allgemeines ..... 24
8.2	Lichtquelle und Polarisatoren ..... 24
8.3	Eingangsoptik ..... 25
8.4	Mantelmodenbegrenzer ..... 25
8.5	Modenfilter höherer Ordnung ..... 25
8.6	Ausgangsverbinding ..... 25
8.7	Ausgangsoptik ..... 25
8.8	Detektor ..... 25
8.9	Computer oder Prüfplattform ..... 26
8.10	Mittel zur Verringerung der Effekte der verstärkten spontanen Emission ..... 26
9	Probenentnahme und Proben ..... 26
10	Durchführung ..... 26
11	Berechnung oder Interpretation der Ergebnisse ..... 26
12	Dokumentation ..... 27
12.1	Erforderliche Informationen für jede Messung ..... 27
12.2	Verfügbare Informationen ..... 27
13	Information zur Spezifikation ..... 27
Anhang A (normativ) Festanalysatorverfahren ..... 28	
A.1	Messaufbau ..... 28
A.1.1	Bockschaltbilder ..... 28
A.1.2	Lichtquelle ..... 30
A.1.3	Analysator ..... 31
A.1.4	Optionale Polarisationssteuerung am Eingang und Ausgang der zu prüfenden Faser ..... 31
A.2	Durchführung ..... 31
A.2.1	Wellenlängenbereich und –schritt ..... 31
A.2.2	Durchführung der Abtastung ..... 32
A.3	Berechnungen – Fourier-Transformation ..... 33

	Seite
A.3.1 Allgemeines .....	33
A.3.2 Datenvorverarbeitung und Fourier-Transformation .....	33
A.3.3 Anpassung der Transformationsdaten .....	33
A.3.4 Spektralbereich .....	35
Anhang B (normativ) Verfahren der Auswertung der Stokes-Parameter .....	37
B.1 Messaufbau .....	37
B.1.1 Blockschaltbilder .....	37
B.1.2 Lichtquelle .....	38
B.1.3 Polarimeter .....	38
B.2 Durchführung .....	38
B.3 Berechnungen .....	39
B.3.1 Allgemeines .....	39
B.3.2 Jones-Matrix-Eigenanalyse (JME) .....	39
B.3.3 DGD-Berechnung mit der Poincaré-Kugel-Analyse (PSA) .....	41
Anhang C (normativ) Interferometerverfahren .....	42
C.1 Allgemeines .....	42
C.2 Übliche Analyse (TINTY) .....	43
C.2.1 Messaufbau .....	43
C.2.2 Durchführung .....	44
C.2.3 Berechnungen .....	45
C.3 Allgemeine Analyse (GINTY) .....	46
C.3.1 Vorteile .....	46
C.3.2 Messaufbau .....	46
C.3.3 Durchführung .....	47
C.3.4 Berechnungen .....	48
Anhang D (informativ) Verfahren zur Auswertung der Stokes-Parameter mit reflektiertem Licht .....	50
D.1 Brauchbarkeit .....	50
D.2 Messaufbau .....	50
D.2.1 Blockschaltbild .....	50
D.2.2 Richtkoppler .....	50
D.2.3 Winkelsteckverbindung .....	50
D.2.4 Abschluss am entfernten Ende .....	50
D.3 Durchführung .....	51
D.4 Berechnung und Interpretation der Ergebnisse .....	51
Anhang E (informativ) Verfahren der Modulationsphasenverschiebung .....	52
E.1 Messaufbau .....	52
E.1.1 Überblick und Blockschaltbild .....	52
E.1.2 Lichtquelle(n) .....	53
E.1.3 Modulation .....	54

	Seite	
E.1.4	Polarisationssteuerung.....	55
E.1.5	Eingangs- und Ausgangsoptik .....	55
E.1.6	Optischer Detektor und Phasendetektor-Elektronik.....	56
E.1.7	Referenzsignal .....	56
E.2	Durchführung.....	56
E.2.1	Modulationsfrequenz.....	56
E.2.2	Wellenlängenabtastung und DGD-Messung.....	56
E.2.3	Kalibrierung .....	59
E.3	Berechnungen .....	59
E.3.1	DGD-Berechnungen.....	59
E.3.2	PMD-Berechnung.....	60
Anhang F (informativ) Verfahren der Polarisationsphasenverschiebung.....		61
F.1	Messaufbau.....	61
F.1.1	Blockschaltbild.....	61
F.1.2	Lichtquelle .....	61
F.1.3	Modulation.....	61
F.1.4	Polarisationseinstellung .....	62
F.1.5	Ausgangsoptik.....	62
F.1.6	Optische Detektoren .....	62
F.1.7	Amplituden- und Phasenkomparator .....	63
F.1.8	Referenzsignal .....	63
F.2	Durchführung.....	63
F.2.1	Modulationsfrequenz.....	63
F.2.2	Wellenlängenschritt.....	63
F.2.3	Abtastwellenlängen und Messung der DGD.....	64
F.2.4	Kalibrierung .....	64
F.3	Berechnungen.....	64
F.3.1	Überblick über die Ergebnisse .....	64
F.3.2	DGD-Bestimmung .....	65
F.3.3	PMD-Berechnung.....	65
Anhang G (normativ) PMD-Prüfverfahren mit Wellenlängenabtast-OTDR- und SOP-Analyse (WSOSA).....		66
G.1	Einleitung.....	66
G.2	Messaufbau.....	66
G.2.1	Blockschaltbild.....	66
G.2.2	Lichtquelle .....	67
G.2.3	Einkoppelpolarisation .....	67
G.2.4	Polarisationsmischung .....	67
G.2.5	Eingangs-/Ausgangsoptik .....	68

	Seite
G.3 Musterstabilität .....	68
G.4 Durchführung .....	68
G.4.1 Einstellen der Instrumentenparameter .....	68
G.4.2 Bedienung des Instruments nach der Einleitung der Messung .....	69
G.5 Berechnungen .....	71
G.5.1 Leistungsnormierung .....	71
G.5.2 Übertragungsdifferenzen .....	71
G.5.3 Quadratischer Mittelwert der Übertragungsdifferenz und Umlauf-PMD .....	72
G.5.4 Bestimmung der PMD .....	72
G.6 Verfahren zur PMD-Messung an installierten Freileitungen .....	73
G.6.1 Ausgleich der Instabilitäten .....	73
G.6.2 Ansätze zur Verringerung der Wirkung von Instabilitäten .....	74
Anhang H (informativ) PMD-Bestimmung durch Verfahren C .....	76
H.1 Übliche Analyse .....	76
H.2 Allgemeine Analyse .....	78
Literaturhinweise .....	79

**Bilder**

Bild 1 – Übliche Konfiguration einer Übertragungsstrecke mit passiver Verkabelung .....	19
Bild 2 – Beispielkonfiguration einer Übertragungsstrecke mit Verstärkern .....	19
Bild A.1 – Blockschaltbilder für Festanalysator .....	30
Bild A.2 – Beispiel der R-Funktion für das Festanalysatorverfahren .....	32
Bild A.3 – PMD durch Fourier-Analyse .....	35
Bild B.1 – Blockschaltbild für Verfahren B bei Benutzung einer Schmalbandquelle (abstimmbarer Laser) .....	37
Bild B.2 – Blockschaltbild für Verfahren B bei Benutzung einer Breitband-Quelle (ASE) .....	37
Bild C.1 – Grundlegender Aufbau für Verfahren C (INTY) .....	42
Bild C.2 – Blockschaltbild für Verfahren C (TINTY) .....	43
Bild C.3 – Typische mit Verfahren C (TINTY) erhaltene Daten .....	45
Bild C.4 – Schaltbild für Verfahren C (GINTY) .....	46
Bild C.5 – Daten einer typischen zufälligen Modenkopplung, die mit Verfahren C (GINTY) ermittelt wurden .....	48
Bild C.6 – Daten einer typischen zufälligen Modenkopplung, die mit Verfahren C (GINTY) ermittelt wurden .....	48
Bild D.1 – Aufbau für Verfahren D .....	50
Bild E.1 – Grundlegender Messaufbau .....	52
Bild E.2 – Anordnung des Messaufbaus für Polarisationsmodulation .....	53
Bild E.3 – Mueller-Zustände auf Poincaré-Kugel .....	58
Bild E.4 – DGD in Abhängigkeit von der Wellenlänge .....	59
Bild E.5 – DGD als Histogramm .....	59

	Seite
Bild F.1 – Blockschaltbild für Verfahren F (Polarisationsphasenverschiebungs-Verfahren).....	61
Bild F.2 – DGD in Abhängigkeit von der Wellenlänge für ein Gerät mit zufälliger Modenkopplung .....	65
Bild G.1 – Darstellung des Frequenzbereichs und der Parameter für WSOSA.....	66
Bild G.2 – Übliche allgemeine experimentelle Umsetzung für WSOSA.....	67
Bild G.3 – Typische Leistungsmessergebnisse.....	70
Bild G.4 – Typische $s(\omega)$ -Funktion für zufällige I/O-SOP .....	71
Bild G.5 – Typische Übertragungsdifferenz für ein Frequenzpaar und I/O-SOP .....	72
Bild G.6 – Beispiel einer 2-Impuls-Umsetzung bei vorhandenen Instabilitäten .....	74

**Tabellen**

Tabelle E.1 – Beispiel für einen Mueller-Satz .....	58
---	----