

---

# Inhaltsverzeichnis

## Vorwort

<b>1 Allgemeine Hinweise</b>	1
1.1 Sorgfalt im Umgang mit Steckverbindern	1
1.2 Lichtwellenleiter-Mikroskope	3
1.3 Zulässige Krümmungsradien	4
1.4 Lasersicherheit	5
<b>2 Leistungsmessung</b>	6
2.1 Messung mit hoher absoluter Genauigkeit	6
2.2 Wellenlängenabhängigkeit der Empfindlichkeit des Empfängers	7
2.3 Messung sehr kleiner Leistungen	8
2.4 Messung sehr hoher Leistungen	8
2.5 Messung bei hohen Wellenlängen	9
2.6 Messung von Fasern mit großem Kerndurchmesser	9
2.7 Auswahl des richtigen Leistungsmessers	9
<b>3 Dämpfungsmessung</b>	10
3.1 Dämpfungsmessung an Leitungen	11
3.1.1 Rückschneidemethode	11
3.1.2 Dämpfungsmessverfahren nach DIN EN 50346	12
3.1.3 Dämpfungsmessung an Multimode-LWL nach DIN EN 50346	14
3.1.4 Dämpfungsmessung an Multimode-LWL nach DIN EN 61280-4-1	15
3.1.5 Dämpfungsmessung an Singlemode-Lichtwellenleitern	15
3.2 Dämpfungsmessung an Steckverbindern	16
3.3 Erzeugung einer Modengleichgewichtsverteilung	18
3.4 Dämpfungsmessung aus einer oder zwei Richtungen	19
3.5 Referenzsteckverbinder	19
3.6 Dämpfungsmessung an sehr kurzen Strecken	21
3.7 Dämpfungsmessung bei verschiedenen Wellenlängen	22
3.8 Dämpfungsmessung mit einem Rückstremessgerät	22
3.9 Auswahl des richtigen Dämpfungsmessplatzes	24
<b>4 Rückstremessung</b>	25
4.1 Typische Ereignisse auf der Rückstrekurve	27
4.2 Längenmessung	30
4.3 Fehlerlokalisierung in LWL-Kabeln	31
4.4 Dämpfungsmessung	33
4.5 Impulsbreite und Auflösungsvermögen	34
4.6 Einfluss der Dynamik des Messgerätes	35
4.7 Messung großer Strecken	37
4.8 Messung kurzer Strecken mit hohem Auflösungsvermögen	37
4.9 Totzonen	39
4.10 Parametereinstellungen vor Beginn der Messung	40

4.11	Positive Stufen im Rückstreudiagramm.....	41
4.12	Kopplung von Singlemode-LWL mit unterschiedlichen Modenfelddurchmessern .....	42
4.13	Bidirektionale Messung .....	44
4.14	Vorlauf- und Nachlauf-Lichtwellenleiter.....	44
4.15	Geisterbilder.....	45
4.16	Messung bei mehreren Wellenlängen.....	48
4.17	Exakte Messung des ersten und letzten Steckers.....	49
4.18	Fehler an Koppelstellen und deren Auswirkungen.....	50
	4.18.1 Unterschiedliche LWL-Parameter.....	50
	4.18.2 Unterschiedliche Steckerstimflächen.....	50
	4.18.3 Unterbrochener physikalischer Kontakt.....	51
	4.18.4 Zusammenfassung.....	52
4.19	Rückstreumessung an Lichtwellenleitern mit großen Kerndurchmessern .....	52
4.20	Auswertung und Dokumentation der Messergebnisse.....	54
	4.20.1 Universelle Auswertung verschiedener Datenformate.....	55
	4.20.2 Bestimmung der Gesamtdämpfung der Strecke.....	56
	4.20.3 Bidirektionale Auswertung mit FiberDoc.....	59
4.21	Rückstreumessung an extrem langen Strecken.....	60
4.22	Passive und aktive Überwachung.....	62
<b>5</b>	<b>Reflexionsmessung.....</b>	<b>64</b>
5.1	Reflexionsmessungen an einer Strecke (Methode 2).....	65
5.2	Messung sehr starker Reflexionen (Methode 2).....	67
5.3	Messung sehr geringer Reflexionen (Methode 2).....	67
5.4	Reflexionsmessung nach der ORD-Methode.....	68
5.6	Reflexionsmessung mit sehr hohem Auflösungsvermögen (Methode 3).....	72
<b>6</b>	<b>Messung der optischen Rückflussdämpfung.....</b>	<b>75</b>
<b>7</b>	<b>Schnelle und kostengünstige Streckenqualifizierung.....</b>	<b>77</b>
<b>8</b>	<b>Messung der chromatischen Dispersion.....</b>	<b>79</b>
8.1	Methoden zur Messung der chromatischen Dispersion.....	83
	8.1.1 Phasenverschiebungs-Technik.....	83
	8.1.2 Differenzielle Phasenverschiebungs-Technik.....	84
	8.1.3 Interferometrische Technik.....	85
	8.1.4 Impulsverzögerungs-Technik (Time-of-Flight).....	85
	8.1.5 Multiples Wellenlängen-OTDR.....	85
	8.1.6 Zusammenfassung.....	87
8.2	Hinweise zur Erzielung einer hohen Messgenauigkeit.....	88
8.3	Messung langer Strecken mit dem Wellenlängen-OTDR.....	89
8.4	Mischung von verschiedenen Fasertypen.....	90
<b>9</b>	<b>Polarisationsmessungen.....</b>	<b>91</b>
9.1	Messung der polarisationsabhängigen Dämpfung bzw. Verstärkung.....	95
9.2	Messung der Polarisationsmodendispersion (PMD).....	96
	9.2.1 Grundlagen Polarisationsmodendispersion.....	96
	9.2.2 Anforderungen an die Messtechnik und Messmethoden.....	98
	9.2.3 Auswertung der Stokesschen Parameter.....	99
	9.2.4 State of Polarization Methode.....	103
	9.2.5 Interferometrische Methode.....	103
	9.2.6 Verallgemeinerte interferometrische Methode.....	107

---

9.2.7	Methode mit Festanalysator .....	111
9.3	Hinweise zur Erzielung einer hohen Messgenauigkeit .....	113
9.4	Messung sehr kleiner PMD-Verzögerungen .....	114
9.5	Ortsaufgelöste PMD-Messung .....	114
<b>10</b>	<b>Optische Spektralanalyse</b> .....	<b>115</b>
10.1	Verfahren zur optischen Spektralanalyse .....	118
10.1.1	Dispersionsprisma .....	118
10.1.2	Interferometrische Methode .....	119
10.1.3	Beugungsgitter-Methode .....	120
10.1.4	Fabry-Perot-Methode .....	120
10.2	Mit dem optischen Spektrumanalysator messbare Parameter .....	121
10.3	Eichung der Wellenlänge .....	122
10.4	Realisierung einer hohen Dynamik .....	123
10.5	Realisierung eines hohen Auflösungsvermögens .....	123
10.6	Messung des optischen Signal-Rausch-Verhältnisses .....	125
10.7	Messtechnik zur optischen Spektralanalyse .....	126
<b>11</b>	<b>Spektrale Dämpfungsmessung</b> .....	<b>128</b>
11.1	Messprinzip und verwendete Sender .....	128
11.2	Spektrale Dämpfungsmessung an Lichtwellenleitern .....	130
11.3	Nutzung der CD- bzw. PMD-Messung .....	130
<b>12</b>	<b>Messung der Bandbreite</b> .....	<b>132</b>
12.1	Prinzip der Messung .....	133
12.2	Beeinflussungen der modalen Bandbreite des Lichtwellenleiters .....	133
12.3	Bandbreiten-Messung im Feld .....	134
12.4	Indirekte Messung der Bandbreite .....	136
<b>13</b>	<b>Bitfehlerraten-Messung</b> .....	<b>138</b>
<b>14</b>	<b>Q-Faktor-Messung</b> .....	<b>141</b>
14.1	Asynchrone Methode .....	143
14.2	Synchrone Methode .....	145
<b>15</b>	<b>Weitere Messverfahren</b> .....	<b>146</b>
15.1	Charakterisierung der Qualität der Strecke .....	146
15.2	Signalerkennung auf der Strecke .....	146
15.3	Faserdehnungsmessung mit Bragg-Gittern .....	147
15.4	Faserdehnungsmessung unter Nutzung der Brillouinstreuung .....	149
15.5	Ortsaufgelöste Temperaturmessung .....	153
<b>16</b>	<b>Abkürzungen, Formelzeichen und Maßeinheiten</b> .....	<b>157</b>
16.1	Abkürzungen .....	157
16.2	Formelzeichen und Maßeinheiten .....	159
<b>17</b>	<b>Normen</b> .....	<b>161</b>
<b>18</b>	<b>Literatur</b> .....	<b>163</b>
	<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	<b>165</b>