

Jürgen Labs

Verbindungstechnik für Lichtwellenleiter

Schweißen von Glasfasern

1.	Einleitung	9
2.	Lichtausbreitung in Lichtwellenleitern und LWL-Verbindungen	11
2.1.	Kennwerte des LWL	11
2.2.	Lichtausbreitung im LWL	13
2.2.1.	Strahlausbreitung beim Multimode-LWL	14
2.2.2.	Modenausbreitung	16
2.2.3.	Modenkopplung	17
2.2.4.	Feldverteilung im Monomode-LWL	18
2.3.	Lichtausbreitung an der Koppelstelle	19
2.3.1.	Ideale Verbindung von LWL mit unterschiedlichen Kennwerten	20
2.3.1.1.	Ideale Verbindung von Multimode-LWL	20
2.3.1.2.	Ideale Verbindung von Monomode-LWL	21
2.3.2.	Reale Verbindung von LWL mit gleichen Kennwerten	21
2.3.2.1.	Reale Verbindung von Multimode-LWL	22
2.3.2.2.	Reale Verbindung von Monomode-LWL	25
3.	Verbindung (Kopplung) Lichtwellenleiter-Lichtwellenleiter	27
3.1.	Werkstoffe von Lichtwellenleitern	27
3.1.1.	Kieselglas	27
3.1.2.	Plaste	34
3.1.3.	Ummantelungen der LWL	36
3.2.	Verbindungsverfahren und -methoden	38
3.2.1.	Absetzen des Kabelmantels und Abmanteln der Primär- und Sekundär- umhüllung	38
3.2.2.	Präparieren der Verbindungsflächen der LWL	39
3.2.3.	Lösbare Verbindungen	42
3.2.3.1.	Technisch-ökonomische Anforderungen	42
3.2.3.2.	Kopplung von LWL durch Stirnflächenberührung	44
3.2.3.2.1.	Justieren von LWL im Steckerstift	45
3.2.3.2.2.	LWL-Steckerkupplung-LWL-Steckverbindung	51
3.2.3.3.	Kopplung von LWL durch optische Strahlaufweitung	54
3.2.3.4.	Befestigung der LWL-Steckverbindung am Gerät	55
3.2.4.	Bedingt lösbare Verbindungen	57
3.2.5.	Nichtlösbare Verbindungen	57
3.2.5.1.	Löten	57
3.2.5.2.	Kleben	59
3.2.5.3.	Schweißen	61
3.2.6.	Glimmentladungsspleißen (GE)	64
3.2.6.1.	Geräte für das GE-Spleißen	64
3.2.6.2.	GE-Spleißen-Verschmelzen	67
3.2.6.3.	GE-Spleißen-Verschmelzen	68
3.2.6.4.	Dämpfungsverhalten der Spleißstelle	74
3.2.6.5.	Festigkeitsverhalten der Spleißstelle	77
3.3.	Zusammenfassung und Ausblick	80
4.	Verbindung (Ankopplung) von Lichtwellenleitern an aktive und passive Systemelemente	82
4.1.	Verbindung (Ankopplung) von Lichtwellenleitern mit Sendebau- und Empfangsbau- elementen	82
4.1.1.	Spezifische Betrachtungen zu Halbleiterkonfigurationen	83
4.1.1.1.	Optische Sender	83
4.1.1.2.	Optische Empfänger	90
4.1.2.	Kopplung LWL-aktive Bauelemente	94
4.1.2.1.	Kopplungswirkungsgrad	94

4.1.2.2.	Kopplung LED zum Stufenindex-LWL	95
4.1.2.3.	Kopplung LED-LD zum Gradientenindex-LWL	99
4.1.2.4.	Kopplung LD zum Monomode-LWL	103
4.1.2.5.	Kopplung Empfängerbauelement mit LWL	105
4.1.3.	Ausgewählte Probleme bei der LWL-Ankopplung und Ausblick ..	106
4.2.	Verbindung (Ankopplung) von Lichtwellenleitern mit integriert optischen Systemelementen	108
4.2.1.	Ankopplung über evaneszente Felder (Oberflächenkoppler) ..	109
4.2.1.1.	Grundlagen	109
4.2.1.2.	Prismenkoppler	111
4.2.1.3.	Gitterkoppler	113
4.2.1.4.	Getaperte und mehrschichtige Koppelanordnungen	115
4.2.2.	Stirnflächenkoppler	116
4.2.2.1.	Grundlagen	116
4.2.2.2.	Anordnungen zur Stoßkopplung	120
4.2.3.	Zusammenfassung und Ausblick	126
5.	Verbindungstechnologien optischer Baugruppen	127
5.1.	Anforderungen an optische Baugruppen	127
5.2.	Grundtechnologien	127
5.2.1.	Abbildende Optik	130
5.2.1.1.	Sphärische Optik	131
5.2.1.1.1.	Sphärische Linsen	131
5.2.1.1.2.	Mikrolinsen	135
5.2.1.1.3.	Spiegel	136
5.2.1.2.	Asphärische Optik	136
5.2.1.3.	Gradientenoptik	137
5.2.2.	Linienlose LWL-Kopplung	138
5.2.2.1.	Kleben	138
5.2.2.2.	Schweißen	139
5.2.2.2.1.	Verfahrenstechnologie	139
5.2.2.2.2.	LWL-Präparation	142
5.2.2.2.3.	Verschmelzen der Fügeteile	143
5.2.2.2.4.	Tapern der Fügeteile	145
5.2.2.2.5.	Trennen der getaperten Fügeteile	148
5.2.2.2.6.	Spleißen	149
5.2.2.3.	Mechanisches Fixieren	149
5.3.	Zusammenfassung und Ausblick	150
6.	Prüftechnik	152
6.1.	Optische Prüfung von LWL-Verbindungen	153
6.1.1.	Dämpfungsmessung	153
6.1.2.	Dispersionsmessung	156
6.1.3.	Nahfeld- und Fernfeldmessung	156
6.1.4.	Durch- und Auflichtmikroskopie	157
6.2.	Mechanische Prüfverfahren	157
6.2.1.	Statische Prüfverfahren	158
6.2.1.1.	Zugversuch	158
6.2.1.2.	Torsionsbelastungen	159
6.2.1.3.	Biegebelastung	159
6.2.1.4.	Ermittlung der Mikrohärtigkeit und des Reißwiderstands ..	159
6.2.2.	Dynamische Prüfverfahren	160
6.2.3.	Mechanische und klimatische Belastung der Spleißstelle	160
6.2.4.	Elektronenoptische Verfahren und Mikroautoradiografie	160
	Formelzeichenverzeichnis	162
	Literaturverzeichnis	166
	Anhang	179
A1.	Vorschlag zur Durchführung eines Lehrgangs „LWL-Kabelmontage“	179
A2.	Fehlerkatalog für Spleißstellen	182
	Sachwörterverzeichnis	184