

E DIN EN 4533-002:2025-08 (D)

Erscheinungsdatum: 2025-06-27

Luft- und Raumfahrt - Faseroptische Systeme - Handbuch - Teil 002: Prüfung und Messung; Deutsche Fassung ASD-STAN prEN 4533-002:2025

Inhalt	Seite
Vorwort	8
Einleitung	9
0.1 Das Handbuch.....	9
0.2 Hintergrund	9
1 Anwendungsbereich.....	10
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	10
4 Faserarten.....	10
5 Prüfung und Messung: Schlüsselparameter	12
5.1 Einfügungsdämpfung (IL, en: Insertion Loss)	12
5.1.1 Allgemeines	12
5.1.2 Wichtigkeit einer geringen Einfügungsdämpfung.....	12
5.1.3 Messverfahren.....	12
5.2 Rückstreuverlust oder Reflexionsdämpfung	13
5.2.1 Allgemeines	13
5.2.2 Wichtigkeit von hohen Rückstreuverlusten.....	13
5.2.3 Messverfahren.....	13
5.2.4 Rückstreuverlust und Reflexionsgrad.....	14
5.3 Messung der optischen Leistung	14
5.3.1 Allgemeines	14
5.3.2 Messverfahren.....	14
5.3.3 Anforderungen an Photodetektoren.....	15
5.4 Lichtverteilung.....	16
5.5 Zeitliche Messungen	17
6 Prüfung und Messung in Einmodensystemen	17
7 Prüfung und Messung in Mehrmodensystemen	18
7.1 Allgemeines	18
7.2 Einkopplungsbedingungen	18
7.3 Schaffung geeigneter Einkopplungsbedingungen	22
7.4 Beispiel für geeignete Einkopplungsbedingungen für eine Prüfung in der Luft- und Raumfahrt.....	23
8 Prüfen der Netzwerkpfade: Reflektometrie und Footprinting.....	29
8.1 Allgemeines	29
8.2 OTDRs.....	30
8.2.1 Allgemeines	30
8.2.2 Beispielhafte Kurve	30
8.2.3 Wichtige Eigenschaften	31
8.2.4 Dynamischer Bereich.....	31
8.2.5 Auflösung	31
8.2.6 Todeszonen	32
8.2.7 Diskussion	32
8.3 OFDR.....	33
8.3.1 Allgemeines.....	33

8.3.2	Diskussion	35
8.4	Footprinting	35
9	Allgemeine Erwägungen zur Prüfung und Messung in Lichtwellenleitersystemen	36
9.1	Allgemeines	36
9.2	Instrumentenprobleme	36
9.3	Messleitungen	37
9.4	Adapter (Vereiniger)	37
9.5	Steckverbinder	38
9.6	Filter und Messleitungen	39
10	Praktische Prüfverfahren	40
10.1	Allgemeines	40
10.2	Einfügungsdämpfung	40
10.3	Unterschiedliche Verfahren zur Messung der Einfügungsdämpfung	41
10.3.1	Direkte Messung	41
10.3.2	Verfahren mittels Einkopplungs- und Empfängerleitung	41
10.3.3	Einsatz einer „goldenen“ Referenzleitung	42
10.4	Einfügungsdämpfung an einem Steckverbinder	45
10.5	Modenkonditionierung der Messleitungen	45
10.6	Messung des Rückstreuverlustes	46
11	Aufzeichnungsparameter	48
12	Techniken für die Systementwicklung	48
12.1	Allgemeines	48
12.2	Auswertung der Bauteil-Datenblätter	48
12.3	Computermodellierung	49
	Anhang A (informativ) Matrizen	52
	Literaturhinweise	55

Bilder

Bild 1	— Tischgeräte und tragbare Messgeräte für die optische Leistung	15
Bild 2	— Um zu verhindern, dass der Detektor im Leistungsmesser die Leistungsverteilung filtert, muss er größer sein als der aus der Messleitungsfaser austretende Lichtstrahl	16
Bild 3	— Schwankungen der Einfügungsdämpfungsmessungen am selben Kabelbaum (Ringversuch) mittels verschiedener Prüfungsquellen	18
Bild 4	— Schwankungen der Einfügungsdämpfungsmessungen am selben Kabelbaum eines Luftfahrzeugs mit und ohne modale Konditionierung	20
Bild 5	— a) und b) sind die Nah- und Fernfeld-Leistungsverteilungen einer durch eine LED-Quelle beleuchteten Gradientenindexfaser. Die LED-Quelle bietet beinahe eine Einkopplungsbedingung mit Vollanregung. c) und d) sind die Nahfeld- und Fernfeld-Leistungsverteilungen einer durch eine Quelle mit weißem Licht beleuchteten Stufenindexfaser. Die LED-Quelle bietet eine Einkopplungsbedingung mit Überanregung	21
Bild 6	— Modenkonditionierer zur Erzeugung geeigneter Einkopplungsbedingungen für die Prüfung von Avionik-Fasersystemen	23
Bild 7	— Spezifikation des Einkopplungsscans für eine 50- μm -/125- μm -Faser (0,2 NA) bei 850 nm und 1 300 nm — Nahfeld	24

Bild 8	— Spezifikation des Einkopplungsscans für eine 50-μm-/125-μm-Faser (0,2 NA) bei 850 nm und 1 300 nm — Fernfeld.....	25
Bild 9	— Beispiel einer „Encircled-Flux-Methode“ (überwiegend bei Prüfungen in der Telekommunikation eingesetzt) für die Modenkonditionierung in Mehrmodenfasern.....	26
Bild 10	— Ober- und Untergrenzen der Nahfeld- und Fernfeld-Leistungsverteilungen entsprechend den Festlegungen der Norm ARP5061.....	27
Bild 11	— Beispiel eines Prüfaufbaus zur Prüfung eines Kabelbaums basierend auf 200-μm-/280-μm-Stufenindexfasern (Faser nach EN 4533 mit NA von 0,24).....	28
Bild 12	— Beispiel einer Lichtquellenverteilungsvorlage (Fernfeld) für eine 200-μm-/280-μm-Stufenindexfaser (Faser nach EN 4533 mit NA von 0,24).....	29
Bild 13	— Veranschaulichende OTDR-Kurve, welche lösbare Ereignisse, wie Steckverbinderorte/Verluste/Reflexionen zeigt.....	31
Bild 14	— Festlegung der Todeszonen für OTDR.....	32
Bild 15	— Beispiel für eine OFDR-Kurve, welche Ereignisreflexionen und automatische Messungen zeigt.....	34
Bild 16	— Darstellung der Auswirkungen auf die Einfügungsdämpfung, wenn Steckverbinder nicht vollständig gekoppelt und eingerastet sind.....	39
Bild 17	— Messung der Einkopplungs-Referenzleistung.....	41
Bild 18	— Messung des zu prüfenden Gerätes (DUT, en: device under test) oder der Baugruppe.....	41
Bild 19	— Messung der Einkopplungs-Referenzleistung.....	42
Bild 20	— Messung des zu prüfenden Gerätes (DUT, en: device under test) oder der Baugruppe.....	42
Bild 21	— Messung der Einkopplungs-Referenzleistung.....	43
Bild 22	— Messung des zu prüfenden Gerätes (DUT, en: device under test) oder der Baugruppe.....	43
Bild 23	— Referenzleitungskonfigurationen, die in Abhängigkeit von den Baugruppen- oder Kabelbaumverbindungen unterschiedliche Verbindungsumsetzungen aufweisen.....	44
Bild 24	— Arbeitsprinzip eines Rückstreuverlustmessers.....	46
Bild 25	— Prüfanschluss mit integriertem Koppler zur Prüfung von Luftfahrzeug-Kabelbäumen ohne Unterbrechung von Verbindungen.....	48
Bild 26	— Benutzeroberfläche eines Strahlenverfolgungsmodells mit Darstellung der verschiedenen Bauteile, die einbezogen werden können.....	50
Bild 27	— Einige Modelle können zur Prognose zeitlicher Eigenschaften von Faserverbindungen verwendet werden (z. B. Augendiagramme).....	51
Bild A.1	— Matrizendarstellung eines LWL-Bauteils.....	52
Bild A.2	— Reihenfolge der Multiplikation der Bauteilmatrizen zur Bestimmung der Systemmatrix.....	53

Tabellen

Tabelle 1 — Einkopplungsspezifikation für eine 50- μm -/125- μm -Faser (0,2 NA) bei 850 nm und 1 300 nm — Nahfeldmuster. Nahfeld gemessen nach EN IEC 60793-1-45, Verfahren A 23

Tabelle 2 — Einkopplungsspezifikation für eine 50- μm -/125- μm -Faser (0,2 NA) bei 850 nm und 1 300 nm — Fernfeldmuster 24