

DIN EN 60793-1-47
(VDE 0888-247)
DIN

Diese Norm ist zugleich eine **VDE-Bestimmung** im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.

VDE

ICS 33.180.10

Einsprüche bis 2016-08-10

Vorgesehen als Ersatz für
 DIN EN 60793-1-47
 (VDE 0888-247):2010-02

Entwurf
Lichtwellenleiter –
Teil 1-47: Messmethoden und Prüfverfahren –
Makrokrümmungsverluste
(IEC 86A/1710/CD:2016)

Optical fibres –
 Part 1-47: Measurement methods and test procedures –
 Macrobending loss
 (IEC 86A/1710/CD:2016)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2016-06-10 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 65 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

Inhalt

Seite

Nationales Vorwort.....	4
Nationaler Anhang NA (informativ) Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Dokumenten	5
Nationaler Anhang NB (informativ) Literaturhinweise.....	5
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Prüfeinrichtung	9
4.1 Verfahren A – Faserwicklung	9
4.2 Verfahren B – Viertelkreis-Krümmung.....	9
4.3 Eingangssystem	9
4.3.1 Optische Quelle	9
4.3.2 Anordnung für die optische Einkopplung	10
4.4 Ausgangssystem und Erfassung	12
4.4.1 Optischer Teiler	12
4.4.2 Optischer Empfänger	12
4.4.3 Optisches Empfangssystem.....	12
4.4.4 Signalverarbeitung	13
5 Prüfling.....	13
5.1 Länge des Prüflings.....	13
5.1.1 Verfahren A – Faserwicklung	13
5.1.2 Verfahren B – Viertelkreis-Krümmung	13
5.2 Endfläche des Prüflings.....	13
6 Durchführung.....	13
6.1 Verfahren A – Faserwicklung	13
6.1.1 Allgemeines	13
6.1.2 Einmodenfasern	14
6.1.3 Mehrmodenfasern (A1)	15
6.2 Verfahren B – Viertelkreis-Krümmung.....	15
7 Berechnungen	17
8 Ergebnisse.....	17
8.1 Angaben, die bei jeder Messung vorzulegen sind	17
8.2 Angaben, die auf Anfrage vorzulegen sind	18
9 Spezifikationsangaben	18
Anhang A (normativ) Änderung des Übertragungsverhältnisses nach dem Verfahren der	

durchgelassenen Strahlungsleistung	19
Anhang B (normativ) Rückschneidetechnik	21
Anhang C (normativ) Anforderungen an die Quellenkennwerte für die Messung von A1-Mehrmodenfasern	23
Anhang D (informativ) Empfehlungen für einen kleinen Krümmungsradius	26
Anhang E (informativ) Näherungsweise Bestimmung des Makrokrümmungsverlustes mit der Parallelplatten-(Zweipunkt-)Messung	28
Literaturhinweise	33

Bilder

Bild 1 – Führungsnut mit Viertelkreis-Krümmung auf einem Trägerteil	9
Bild 2 – Allgemeine Einkopplungsanordnung	10
Bild 3 – Linsensystem	11
Bild 4 – Einkoppelfaser	11
Bild 5 – Modenmischer (für A4-Fasern)	11
Bild 6 – Mehrfachkrümmungen unter Verwendung von sich überdeckenden Trägerteilen	16
Bild A.1 – Messung der Änderung des optischen Übertragungsverhältnisses mit Verwendung eines Referenzprüflings	19
Bild A.2 – Messung der Änderung des optischen Übertragungsverhältnisses mit Verwendung einer stabilisierten optischen Quelle	19
Bild B.1 – Prüfanordnung zur Messung der Dämpfung bei einer festgelegten Wellenlänge	21
Bild B.2 – Prüfanordnung zur Messung der spektralen Dämpfung	21
Bild C.1 – Beispiel einer Maske für den eingeschlossenen Strahlungsfluss	24
Bild D.1 – Vergleich von Dämpfungskurven mit Anpassungskurve	26
Bild E.1 – Prinzipdarstellung einer möglichen (Zweipunkt-)Prüfeinrichtung	29
Bild E.2 – Beispiel für Daten der Zweipunkt-Krümmungsprüfung für eine B6.a2-Faser	31
Bild E.3 – Beispiel für die Anwendung der Exponentialanpassung für die spektralen Daten einer B6.a2-Faser	31

Tabellen

Tabelle NA.1	5
Tabelle 1 – Einkopplungsbedingungen für A2- bis A4-Fasern	12
Tabelle C.1 – Toleranzschwelle	24
Tabelle C.2 – EF-Anforderungen für einen Faserkern von 50 µm bei 850 nm	25
Tabelle C.3 – EF-Anforderungen für einen Faserkern von 50 µm bei 1 300 nm	25
Tabelle C.4 – EF-Anforderungen für einen Faserkern von 62,6 µm bei 850 nm	25
Tabelle C.5 – EF-Anforderungen für einen Faserkern von 62,5 µm bei 1 300 nm	25
Tabelle E.1 – Vergleich des Parallelplatten-(Zweipunkt-)Verfahrens mit der Messung der Makrokrümmungsverluste nach Verfahren A an einer B6.b3-Faser mit 10 mm Durchmesser (Verhältnis von Dorn / Zweipunkt)	32

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 86A/1710/CD:2016 „Optical fibres – Part 1-47: Measurement methods and test procedures – Macrobending loss“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom SC 86A „Fibres and cables“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium UK 412.6 „Lichtwellenleiter und Lichtwellenleiterkabel“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

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

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60793-1-47 (VDE 0888-247):2010-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Einführung von Anhang A, Änderung des Übertragungsverhältnisses nach dem Verfahren der durchgelassenen Strahlungsleistung;
- b) Einführung von Anhang B, Rückschneidetechnik;
- c) Einführung von Anhang C, Anforderungen an die Quellenkennwerte für die Messung von A1-Mehrmodenfasern;
- d) Einführung von Anhang D, Empfehlungen für einen kleinen Krümmungsradius.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Dokumenten

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60793-1 (alle Teile)	IEC 60793-1 (alle Teile)	DIN EN 60793-1 (VDE 0888) (alle Teile)	VDE 0888
EN 60793-1-1	IEC 60793-1-1	DIN EN 60793-1-1 (VDE 0888-200-1)	VDE 0888-200-1
EN 60793-1-40	IEC 60793-1-40	DIN EN 60793-1-40 (VDE 0888-240)	VDE 0888-240
EN 60793-1-46	IEC 60793-1-46	DIN EN 60793-1-46 (VDE 0888-246)	VDE 0888-246
EN 60793-2	IEC 60793-2	DIN EN 60793-2 (VDE 0888-300)	VDE 0888-300
EN 60793-2-10	IEC 60793-2-10	DIN EN 60793-2-10 (VDE 0888-321)	VDE 0888-321
EN 61280-1-4	IEC 61280-1-4	DIN EN 61280-1-4 (VDE 0888-801-4)	VDE 0888-801-4
EN 61280-4-1	IEC 61280-4-1	DIN EN 61280-4-1 (VDE 0888-410)	VDE 0888-410
—	IEC TR 62547	—	—

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60793-1 (VDE 0888) (alle Teile), *Lichtwellenleiter*

DIN EN 60793-1-1 (VDE 0888-200-1), *Lichtwellenleiter - Teil 1-1: Mess- und Prüfverfahren - Allgemeines und Leitfaden*

DIN EN 60793-1-40 (VDE 0888-240), *Lichtwellenleiter - Teil 1-40: Messmethoden und Prüfverfahren - Dämpfung*

E DIN EN 60793-1-47 (VDE 0888-247):2016-07

DIN EN 60793-1-46 (VDE 0888-246), *Lichtwellenleiter - Teil 1-46: Messmethoden und Prüfverfahren; Überwachung der optischen Übertragungsänderungen*

DIN EN 60793-2 (VDE 0888-300), *Lichtwellenleiter - Teil 2: Produktspezifikationen - Allgemeines*

DIN EN 60793-2-10 (VDE 0888-321), *Lichtwellenleiter - Teil 2-10: Produktspezifikationen - Rahmenspezifikation für Mehrmodenfasern der Kategorie A1*

DIN EN 61280-1-4 (VDE 0888-801-4), *Lichtwellenleiter-Kommunikationsundersysteme - Grundlegende Prüfverfahren - Teil 1-4: Allgemeine Kommunikationsundersysteme - Verfahren zur Messung des begrenzten Lichtstroms einer Strahlungsquelle*

DIN EN 61280-4-1 (VDE 0888-410), *Prüfverfahren für Lichtwellenleiter-Kommunikationsundersysteme - Teil 4-1: Lichtwellenleiter-Kabelanlagen - Mehrmoden-Dämpfungsmessungen*

Einleitung

Die Dokumente der Reihe IEC 60793-1 betreffen Messmethoden und Prüfverfahren für Lichtwellenleiter.

Innerhalb dieser Reihe sind die einzelnen Bereiche folgendermaßen unterteilt, wobei möglicherweise nicht alle Positionen verwendet werden:

- Teile 1-10 bis 1-19: Allgemeines;
- Teile 1-20 bis 1-29: Messmethoden und Prüfverfahren für Maße;
- Teile 1-30 bis 1-39: Messmethoden und Prüfverfahren für mechanische Kennwerte;
- Teile 1-40 bis 1-49: Messmethoden und Prüfverfahren für die Übertragungseigenschaften und optischen Kennwerte;
- Teile 1-50 bis 1-59: Messmethoden und Prüfverfahren für Umgebungskennwerte.

**Lichtwellenleiter –
Teil 1-47: Messmethoden und Prüfverfahren –
Makrokrümmungsverluste**

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der Internationalen Norm IEC 60793 beschreibt einheitliche Anforderungen für die Messung der Makrokrümmungsverluste von Einmoden-Lichtwellenleitern (Kategorie B) bei 1 550 nm oder 1 625 nm, Mehrmodenfasern der Kategorie A1 bei 850 nm oder 1 300 nm und Mehrmodenfasern der Kategorien A3 und A4 bei 650 nm, 850 nm oder 1 300 nm, die der Überprüfung von Fasern und Kabeln für kommerzielle Zwecke dienen.

Die vorliegende Norm legt zwei Verfahren zur Messung der Makrokrümmungsempfindlichkeit fest:

- Verfahren A – Faserwicklung, Einmoden-Lichtwellenleiter Kategorie B und Mehrmodenfasern der Kategorie A1 betreffend.
- Verfahren B – Viertelkreis-Krümmung, Mehrmodenfasern der Kategorien A3 und A4 betreffend.

Bei beiden Verfahren wird die optische Leistung entweder über Leistungsüberwachung oder mittels Rückschneideverfahren gemessen.

Verfahren A und B führen voraussichtlich zu unterschiedlichen Ergebnissen, wenn sie am selben Lichtwellenleiter durchgeführt werden. Das liegt vor allem an der unterschiedlichen Anwendung der beiden Verfahren, einschließlich des Krümmungsradius und den Maßen der Faser, die gekrümmt wird. Der Unterschied liegt darin, dass Mehrmodenfasern der Kategorien A3 und A4 auf kurzen Distanzen mit verhältnismäßig wenigen Krümmungen eingesetzt werden, im Gegensatz zu Einmodenfasern und Mehrmodenfasern der Kategorie A1.

Der in diesem Schriftstück vorkommende „Krümmungsradius“ ist als der Radius der entsprechenden runden Wickelaufgabe festgelegt (z. B. Dorn oder Führungsnut auf einer glatten Oberfläche), über die die Faser gekrümmt werden kann.

Ergänzt wurde ein informativer Anhang E, um den Krümmungsverlust von Einmoden-Lichtwellenleitern der Kategorie B über einen breiten Wellenlängenbereich bei verschiedenen wirksamen Krümmungen näherungsweise zu bestimmen.

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 60793-1-1, *Optical fibres – Part 1: Measurement methods and test procedures – General and guidance*

IEC 60793-2-10, *Optical fibres – Part 2-10: Product specifications – Sectional specification for category A1 multimode fibres*

IEC 61280-1-4, *Fibre-optic communication subsystem test procedures – Part 1-4: Cable plant and links – Multimode fibre-optic cable plant attenuation measurement*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten zahlreiche Begriffe. Allgemeine Begriffe für Lichtwellenleiter sind in IEC 60793-2 angegeben. Die Begriffe zu festgelegten Merkmalen sind in der entsprechenden Norm für Prüfverfahren der Reihe IEC 60793-1 enthalten, während allgemeinere Begriffe über Prüfungen in IEC 60793-1-1 angegeben werden.

4 Prüfeinrichtung

4.1 Verfahren A – Faserwicklung

Die Prüfeinrichtung besteht aus einer Wickelauflage (z. B. Dorn oder Führungsnut auf einer glatten Oberfläche), welche den mit einem Radius, wie in der Rahmenspezifikation des Produkts angegeben, gebogenen Prüfling hält, und einem Gerät zur Dämpfungsmessung. Der Makrokrümmungsverlust wird bei einer in der Rahmenspezifikation des Produkts angegebenen Wellenlänge entweder mit der Leistungsüberwachung (Anhang A) oder dem Rückschneideverfahren (Anhang B) ermittelt, wobei die geeigneten Einkopplungsbedingungen für den speziellen Fasertyp zu berücksichtigen sind.

4.2 Verfahren B – Viertelkreis-Krümmung

Die Prüfeinrichtung besteht aus einem oder mehreren Trägerteilen, jedes mit einer oder mehreren Führungsnuten und einem Gerät zur Dämpfungsmessung. Die Trägerteile müssen so gestaltet sein, dass sie sich während der Prüfung überdecken, ohne den Lichtwellenleiterprüfling an der unteren oder oberen Trägerfläche zu berühren; solche Kontakte beeinflussen das Messergebnis. Jede Führungsnut muss eine Viertelkreis-Krümmung (d. h. 90°), wie in Bild 1 dargestellt, aufweisen. Der Krümmungsradius r , d. h. der Radius der Viertelkreis-Krümmung, muss dem Wert entsprechen, der in der Bauartspezifikation angegeben ist. Jede Führungsnut muss um mindestens 0,4 mm breiter als der Faserdurchmesser sein.

Der Makrokrümmungsverlust wird bei einer in der Rahmenspezifikation des Produkts angegebenen Wellenlänge entweder mit der Methode der Überwachung der übertragenen Leistung (Anhang A) oder dem Rückschneideverfahren (Anhang B) ermittelt, wobei die geeigneten Einkopplungsbedingungen für den speziellen Fasertyp zu berücksichtigen sind.

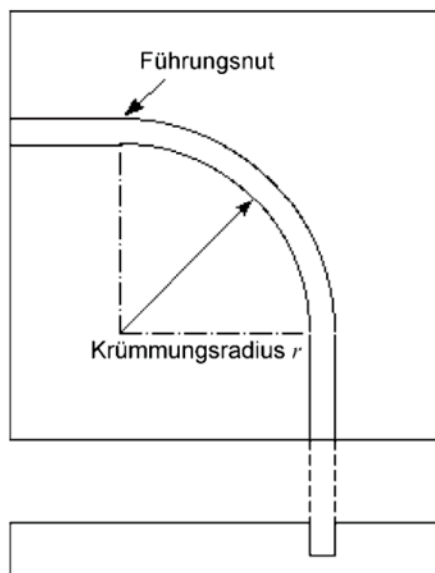


Bild 1 – Führungsnut mit Viertelkreis-Krümmung auf einem Trägerteil

4.3 Eingangssystem

4.3.1 Optische Quelle

Zu verwenden ist eine geeignete Strahlungsquelle, wie eine Lampe oder eine Laser- oder Leuchtdiode. Die Auswahl der Quelle hängt von der Art der Messung ab. Die Quelle muss für eine ausreichende Dauer zur vollständigen Durchführung der Messung in ihrer Position, Lichtleistung und Wellenlänge stabil sein. Die spektrale Linienbreite (zwischen den 50%-Punkten der optischen Strahlungsleistung der verwendeten Quellen) ist derart festzulegen, dass die Linienbreite im Vergleich zu anderen Merkmalen der spektralen Dämpfung des Lichtwellenleiters schmal ist, beispielsweise kleiner als 10 nm. Die Faser ist auf den Einkopplungskegel auszurichten oder koaxial mit einer Einkopplungsfaser zu verbinden.

4.3.2 Anordnung für die optische Einkopplung

Die allgemeine Einkopplungsanordnung, die für alle Fasern anzuwenden ist, wird in Bild 2 dargestellt. Die Einkopplungsanordnung ist abhängig von den zu messenden Parametern anzuwenden, um volle oder begrenzte Einkopplung zu erzeugen. Zu weiteren Einzelheiten siehe 4.3.2.1 bis 4.3.2.3, soweit sie für spezielle Kategorien der Einmoden- und Mehrmodenfaser gelten.

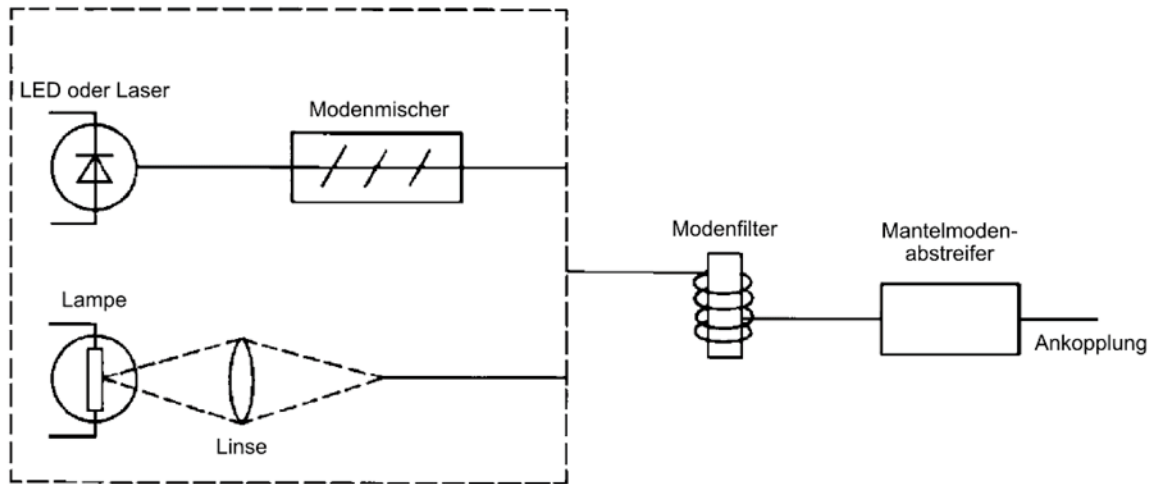


Bild 2 – Allgemeine Einkopplungsanordnung

4.3.2.1 Einkopplungsanordnung für Einmodenfasern

4.3.2.1.1 Allgemeines

Für die Anregung der zu prüfenden Faser kann ein optisches Linsensystem oder eine Einkoppelfaser verwendet werden. Die Leistung, die in die Faser eingekoppelt wird, muss für die Dauer der Messung stabil sein (siehe Bild A.1 und Bild B.1).

4.3.2.1.2 Einkoppelfaser

Bei der Verwendung einer Einkoppelfaser kann es zur Beseitigung von Interferenzeffekten notwendig sein, zwischen der Anschlussfaser der Quelle und der zu prüfenden Faser ein Immersionsmaterial zu verwenden.

4.3.2.1.3 Optisches Linsensystem

Bei der Verwendung eines optischen Linsensystems ist eine Vorrichtung zur stabilen Halterung des Eingangsendes der Faser vorzusehen, z. B. eine Unterdruckspannvorrichtung. Diese Halterung ist so auf einer Positionierungseinrichtung zu befestigen, dass das Faserende wiederholt in den Eingangsstrahl ausgerichtet werden kann. Ein Verfahren, um die Faser für die Positionierung weniger empfindlich zu machen, besteht darin, die Faser räumlich und winkelbezogen voll anzuregen.

4.3.2.1.4 Filter für Moden höherer Ordnung

Es ist ein Verfahren anzuwenden, um in dem zu untersuchenden Wellenlängenbereich Ausbreitungsmoden höherer Ordnung beseitigen.

Ein Beispiel für ein Filter für Moden höherer Ordnung ist eine einzelne Schleife mit einem ausreichend kleinen Radius, um die Grenzwellenlänge unter die kleinste zu untersuchende Wellenlänge zu verschieben, der jedoch nicht so klein sein darf, um wellenlängenabhängige Schwingungen anzuregen.

Eine weitere Möglichkeit, die oftmals bei krümmungsunempfindlichen Einmodenfasern und anderen Einmodenfasern mit geringem oder ohne Grenzverhalten bei der Krümmung angewendet wird, besteht darin, eine Standard-Einmodenfaser als Modenfilter zu verwenden.

4.3.2.1.5 Mantelmodenabstreifer

Für die Beseitigung von optischer Leistung, die im Mantel geführt wird und einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf das empfangene Signal haben würde, sind geeignete Verfahren zu deren Beseitigung anzuwenden. Der Mantelmodenabstreifer stellt sicher, dass Strahlungsmoden, die im Mantelbereich geführt werden, nach einer kurzen Strecke in der Faser nicht mehr nachweisbar sind. Häufig besteht der Mantelmodenabstreifer aus einem Material, dessen Brechzahl gleich oder größer als die des Fasermantels ist. Dies kann beispielsweise ein Immersionsfluid sein, welches direkt in der Nähe der Enden der nackten Faser aufgebracht wird; unter bestimmten Umständen übernimmt die Faserbeschichtung selbst diese Funktion.

4.3.2.2 Einkopplungsanordnung für Mehrmodenfasern der Kategorie A1

Die geforderte Einkopplung zur Messung der Makrokrümmungsverluste von Mehrmodenfasern der Kategorie A1 ist die Einkopplung mit eingeschlossenem Strahlungsfluss (en: encircled flux launch). Die Anforderungen an die Kennwerte der optischen Quelle zur Mehrmodenmessung für die Kategorie A1 werden in Anhang C angegeben.

Der vom Einkopplungskabel emittierte eingeschlossene Strahlungsfluss hängt vom Verhalten der Lichtquelle, dem Austreten an der Stirnseite der Buchse, der Verbindung des Einkopplungskabels an die Buchse, des Lichtwellenleiters im Einkopplungskabel und einer möglicherweise angewendeten Modenkonditionierung ab.

Der Hersteller der Prüfeinrichtung sollte Spezifikationen für das Prüfkabel vorsehen, welches mit der angewendeten technischen Realisierung für die spezielle Quelle kompatibel ist. Wenn die Spezifikation hinsichtlich des Kabels erfüllt wird und es mit der Prüfeinrichtung angewendet wird, sollten die Anforderungen an den eingeschlossenen Strahlungsfluss sichergestellt sein.

4.3.2.3 Einkopplungsanordnungen für Stufenprofil-Mehrmodenfasern der Kategorien A2 bis A4

Nachfolgend werden einige Beispiele für allgemeine Einkopplungsanordnungen für kurze Lichtwellenleiter in den Bildern 3, 4 und 5 beschrieben.

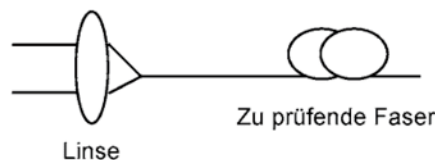


Bild 3 – Linsensystem

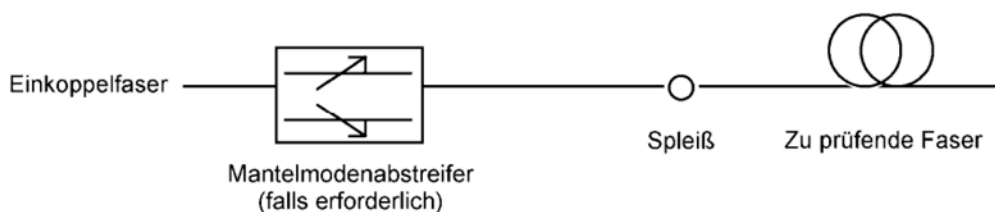


Bild 4 – Einkopplungsfaser

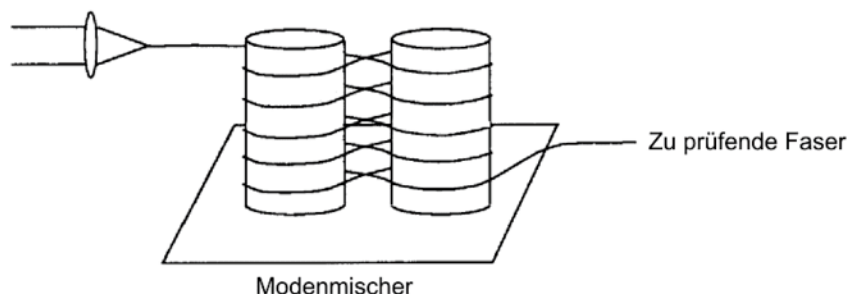


Bild 5 – Modenmischer (für A4-Fasern)

Die Vergleichspräzision der Dämpfungsmessungen an Stufenprofilfasern ist kritisch. Deshalb ist eine genaue Beschreibung des Einkopplungsaufbaus notwendig. Ein derartiger Aufbau kann durch Verwendung handelsüblicher optischer Bauteile realisiert werden und muss die Fleckgrößen und die numerischen Aperturen für die Einkopplung nach Tabelle A.2 bereitstellen können. Außerdem ist die Wellenlänge innerhalb von ± 10 nm zu kalibrieren.

Tabelle 1 – Einkopplungsbedingungen für A2- bis A4-Fasern

Eigenschaft	Faserkategorie		
	A2.2 (siehe Anmerkung 1) Glaskern/Glasmantel	A3 Glaskern/Plastikmantel	A4 Plastikkern/Plastikmantel
Fleckgröße	= Größe des Faserkerns	= Größe des Faserkerns	= Größe des Faserkerns mit voller Modeneinkopplung (oder Verwendung eines Modenmischers mit Gleichgewichtsmodeineinkopplung)
Numerische Apertur	= maximale numerische Apertur der Faser (siehe Anmerkung 2)	= maximale numerische Apertur der Faser (siehe Anmerkung 3)	= maximale numerische Apertur der Faser mit voller Modeineinkopplung (siehe Anmerkung 3)
ANMERKUNG 1 Für Fasern der Kategorie A2.1 sind weitere Untersuchungen erforderlich. ANMERKUNG 2 Diese Einkopplungsbedingung kann mit Vollanregung eines Modenfilters aus 2 m einer Faser erzeugt werden, die mit der zu prüfenden Faser identisch ist, und Mantelmoden in geeigneter Weise abgestreift werden und das Ausgangssignal dieses Modenfilters für die Einkopplung in die zu prüfende Faser verwendet wird. ANMERKUNG 3 Diese Einkopplungsbedingung kann in der gleichen Weise wie für Anmerkung 2 beschrieben erzeugt werden. Jedoch ist es bei einigen A3- und A4-Fasern nicht erforderlich, die Mantelmoden für das Modenfilter abzustreifen.			

4.4 Ausgangssystem und Erfassung

4.4.1 Optischer Teiler

Wenn ein optischer Teiler gefordert ist, dann muss er ein für die Dauer der Prüfung konstantes Teilverhältnis haben. Das Teilverhältnis und die Temperaturstabilität müssen der entsprechenden Bauartspezifikation entsprechen. Es dürfen marktübliche oder selbstgebaute Vorrichtungen benutzt werden.

4.4.2 Optischer Empfänger

Der optische Empfänger muss eine ausreichende Fläche aufweisen, um die gesamt abgestrahlte Leistung des Ausgangskegels aufzunehmen und muss bei den auftretenden optischen Leistungen ausreichend linear arbeiten.

Der optische Empfänger muss bei der Messwellenlänge ein ausreichendes gleichmäßiges Übertragungsverhalten über die aktive Fläche und den Bereich des Einfallswinkels haben, um sicherzustellen, dass die Bewegung des Ausgangskonus bezüglich Lage und Winkel relativ zum Empfänger erfasst wird. Dieses muss innerhalb der Grenzen liegen, die durch die mechanische Konstruktion der Messeinrichtung bestimmt wird und darf die Prüfergebnisse nicht merklich beeinflussen.

Bei der Verwendung von mehr als einem Empfänger, wie es für die Anordnungen in Bild A.1 dargestellt wird, müssen die Empfänger vom selben Hersteller und vom gleichen Modell mit vergleichbarer Linearität sein.

4.4.3 Optisches Empfangssystem

Die gesamte vom Prüfling emittierte Leistung sollte mit geeigneten Mitteln auf den aktiven Bereich des Empfängers eingekoppelt werden. Dazu darf ein optisches Linsensystem, ein Stirnflächenspleiß an eine LWL-Anschlussfaser oder eine direkte Ankopplung an den Empfänger verwendet werden. Wenn der

Empfänger bereits mit einer Anschlussfaser ausgerüstet ist, dann muss diese Anschlussfaser einen ausreichend großen Kerndurchmesser und numerische Apertur besitzen, um das gesamte Licht aufzufangen, das aus der Referenzfaser und den zu prüfenden Fasern austritt.

Zu verwenden ist ein optischer Empfänger, der über den Bereich der Intensitäten und die zu erwartenden Messzeiten linear und stabil ist. Ein typisches System kann eine Photodiode enthalten, die in photo-voltischer Betriebsart arbeitet und deren Photostrom mit einem Stromverstärker verstärkt und synchron mit einem Lock-in-Verstärker erfasst wird.

4.4.4 Signalverarbeitung

Es ist üblich, die Lichtquelle zu modulieren, um das Signal/Rausch-Verhältnis am Empfänger zu verbessern. Bei der Anwendung dieses Verfahrens ist der Empfänger an ein Signalverarbeitungssystem anzuschließen, das mit der Modulationsfrequenz der Quelle synchronisiert ist. Das Empfangssystem sollte möglichst linear sein oder bekannte Kennwerte besitzen.

Wenn geringe Verluste zu erwarten sind, können weitere Prüfkrümmungen hinzugefügt werden, vorausgesetzt, dass es einzelne Nuten für jede zusätzliche Krümmung gibt, um das Signal/Rausch-Verhältnis zu verbessern, jedoch kann die Annäherung des effektiven Krümmungsdurchmessers mitsamt der Krümmungskontrolle weitere Nachteile bringen.

5 Prüfling

5.1 Länge des Prüflings

5.1.1 Verfahren A – Faserwicklung

Der Prüfling muss eine Faser mit bekannter Länge sein, wie in der Bauartspezifikation festgelegt. Die Länge des Prüflings, dessen Dämpfung zu prüfen ist, wird jeweils durch die Messanordnung, das heißt Krümmungsradius (R) und Anzahl der Windungen (N), bestimmt; jede weitere Länge beeinflusst die Messergebnisse nicht, vorausgesetzt, dass das Signal/Rausch-Verhältnis optimiert ist.

5.1.2 Verfahren B – Viertelkreis-Krümmung

Die Länge des Prüflings muss nach 6.2 bestimmt werden.

5.2 Endfläche des Prüflings

An den Eingangs- und Ausgangsenden jedes Prüflings ist eine ebene Endfläche, die senkrecht zur Faserachse steht, vorzubereiten.

6 Durchführung

6.1 Verfahren A – Faserwicklung

6.1.1 Allgemeines

Die Faser wird locker auf die Wickelaufgabe gewickelt, wobei eine übermäßige Verdrehung der Faser zu vermeiden ist. Die Anzahl der Windungen, der Krümmungsradius und die Wellenlänge, bei der die Verluste zu messen sind, werden in den folgenden Abschnitten behandelt.

Da der angewandte Krümmungsradius eine kritische Größe ist, wird eine maximale Abweichung von $\pm 0,1$ mm (für Radien bis einschließlich 15 mm) oder $\pm 0,5$ mm bis 1,0 mm (für größere Radien) zugelassen, eine geringere Abweichung bei kleineren Radien wird wegen der höheren Messempfindlichkeit verlangt.

Bei Einmoden- und Mehrmodenfasern können die optischen Leistungen gemessen werden mittels

- Leistungsüberwachung, welche den Anstieg der Faserdämpfung aufgrund der Änderung vom gestreckten zum gekrümmten Zustand misst, oder
- des Rückschneideverfahrens, welches die gesamte Faserdämpfung im gekrümmten Zustand misst. Um die durch die Makrokrümmung eingefügte Dämpfung zu messen, sollte dieser Wert um den Anteil der Eigendämpfung der Faser korrigiert werden.

Die Faserlänge außerhalb des Wickeldorns und die Referenzrückschneidelänge müssen frei von Krümmungen sein, welche merkliche Änderungen im Messergebnis verursachen können. Es wird empfohlen, die überschüssige Faserlänge in einem Ring mit einem Krümmungsradius von mindestens 140 mm zu sammeln.

Es ist auch möglich, die Faser von einem Wickeldorn mit größerem Durchmesser abzuwickeln (wobei vernachlässigbare Makrokrümmungsverluste auftreten) und auf den Wickeldorn mit dem geforderten Durchmesser aufzuwickeln. In diesem Fall kann der Makrokrümmungsverlust direkt mit der Leistungsüberwachungstechnik (ohne Korrektur um den Anteil der Eigendämpfung der Faser) ermittelt werden.

Es muss darauf geachtet werden, dass keine Verdrehung an irgendeinem Bereich der Faser entsteht, die das Ergebnis beeinflussen könnte.

6.1.2 Einmodenfasern

Unterschiedliche Anwendungen können unterschiedliche Einsatzbedingungen erfordern. Es wurden Fasertypen entwickelt, die für jede Bedingung optimales Krümmungsverhalten aufweisen.

Es wurden zwei charakteristische Anwendungsbereiche für (möglicherweise) unterschiedliche Fasertypen festgestellt, für die verschiedene Messanordnungen zur Kennzeichnung des Verhaltens der Faser in Betracht gezogen werden sollten.

- a) Datenfernübertragungsnetze: Weit entfernt von Anschlussbereichen ist die räumliche Einschränkung üblicherweise kein Problem, und die ausgeführten Krümmungen der Fasern können auf relativ große Radien beschränkt werden. Die Fasern, die für diese Anwendung vorgesehen sind, sollten unter ähnlichen Bedingungen geprüft werden, d. h. mit Prüflingen, die auf Wickeldornen mit einem verhältnismäßig großen Radius, z. B. im Bereich von 25 mm bis 30 mm, aufgewickelt wurden.

Diese Messanordnung wird hauptsächlich durch Messabweichungen beeinträchtigt, die mit einem geringen Signal-Rauschverhältnis (S/N) an den für die Messung verwendeten verhältnismäßig langen Fasern zusammenhängen, mit ungewollter Streckung, Verdrehungen oder Knickstellen.

- b) Anschlussnetze: Die Betriebsbedingungen verlangen Radien, die so klein wie möglich und der erwarteten Gesamtbetriebsdauer und den zulässigen Verlusten angepasst sind. Fasern, die für diese Anwendung vorgesehen sind, sollten unter ähnlichen Bedingungen geprüft werden, d. h. mit Prüflingen, welche mit kleinen Radien, z. B. in der Größenordnung von 7,5 mm bis 15 mm, gekrümmt wurden (siehe Anhang C).

Diese Messanordnung wird durch einige Messfehlerquellen beeinflusst, beispielsweise Reflexionen. Die Reflexion des Lichtes an Beschichtung/Luft, an umgebenden Oberflächen (einschließlich der Oberfläche des Wickeldorns, falls verwendet) oder an den Steckverbindern sind einige Beispiele.

Die Prüfung kann entweder an Prüflingen mit vollständiger Windung bzw. Windungen (360°), frei oder um eine geeignete Wickelauflage (Wickeldorn) gewunden, oder an einer Krümmung um 180° oder 90°, frei oder um eine geeignete Wickelauflage gewunden, durchgeführt werden. Die zu prüfende Länge für die beiden Anordnungen ist unterschiedlich, die Länge einer vollständigen Windung ist doppelt so lang, wie die der Krümmung um 180° und viermal so lang wie die der Krümmung um 90°. Im Folgenden bezieht sich der Begriff „Windung“ auf eine vollständige Windung. Eine Windung ergibt sich aus zwei aufeinanderfolgenden Krümmungen um 180°¹⁾ oder aus vier aufeinanderfolgenden Krümmungen um 90°. Dies sollte bei der Normalisierung der Ergebnisse hinsichtlich der Länge des Prüflings (Anzahl der Windungen) beachtet werden.

¹⁾ Bei übermäßiger Verlagerung zwischen den aufeinanderfolgenden Krümmungen um 180° kann die Länge des daran ausgerichteten Prüfstücks kürzer als eine Windung sein. Daher wird ein maximaler Versatz der aufeinanderfolgenden Krümmungen um 180° von 0,5 mm vorgeschlagen.

Die folgenden Empfehlungen gelten für die Prüfbedingungen in beiden Fällen (obige Punkte a) und b)):

Anzahl der Windungen

Die Anzahl der Windungen sollte mit den in der Produktbeschreibung angegebenen Werten übereinstimmen.

Die Dämpfung steigt bei Einmodenfasern linear zur Anzahl der Windungen an.

Die Anzahl der Windungen muss für jeden Radius so ausgesucht werden, dass:

- die erzeugte Dämpfung bedeutend höher als die Nachweisgrenze der Prüfanordnung ist; wenn möglich, z. B. bei Fasern mit niedrigen Krümmungsverlusten, dürfen die Prüfungen mit mehr Windungen ausgeführt werden, als in der Beschreibung gefordert wird – mit anschließender Normalisierung auf die festgelegte Anzahl;
- die erzeugte Dämpfung bedeutend kleiner als der Anfang des nichtlinearen Bereiches der Prüfanordnung ist; bei Krümmungsradien in einem Bereich von 5 mm bis 10 mm bedeutet dies, dass nicht mehr als 5 bis 10 Windungen angewendet werden sollten.

Krümmungsradius

Die Werte des Krümmungsradius müssen mit den in der Produktbeschreibung angegebenen Werten übereinstimmen.²⁾

Wellenlänge

Die Wellenlänge muss nach der Produktbeschreibung 1 550 nm oder 1 625 nm betragen; es sollte berücksichtigt werden, dass die Krümmungsverluste exponentiell mit der Wellenlänge ansteigen.

Die Homogenität des Krümmungsverlustes in den verschiedenen Winkelstellungen über den gesamten Querschnitt wird durch Überprüfungen in mehreren Winkelpositionen oder durch Prüfung der Homogenität des effektiven Brechzahlprofils, welches die Eigenschaften der zu prüfenden gekrümmten Faser in der Führung beschreibt, verifiziert.

6.1.3 Mehrmodenfasern (A1)

Der Makrokrümmungsverlust bei Mehrmodenfasern der Kategorie A1 variiert mit dem Krümmungsradius und der Anzahl der Windungen um den Wickeldorn, ist dafür aber unabhängig von der Wellenlänge, ausgenommen von eventuellen Schwingungseinflüssen von Wellenlängen, die mit Modengruppen zusammenhängen, die fortlaufend die Grenzwerte überschreiten und einen ansteigenden Krümmungsverlust auf diesen Wellenlängen aufweisen.

Die Werte des Krümmungsradius und die Anzahl der Windungen müssen mit den in der Produktbeschreibung angegebenen Werten übereinstimmen. Wenn Mehrfachwindungen geprüft werden, dann ist die auftretende Dämpfung in einer bestimmten Windung abhängig von der Dämpfung der Windungen davor. Der Anstieg des zusätzlichen Makrokrümmungsverlustes verringert sich mit jeder hinzugefügten Windung. Der durch die Mehrfachwindungen erzeugte zusätzliche Makrokrümmungsverlust sollte nicht in „dB/Windung“, durch Division der summierten Dämpfung durch die Anzahl der Windungen, dargestellt werden. Er muss stattdessen für die festgelegte Anzahl der Krümmungen in dB ausgewiesen werden. Eine Hochrechnung auf mehr Windungen, als festgelegt sind, würde die Gesamtdämpfung zu hoch veranschlagen.

Nur bei Mehrmodenfasern müssen die Einkopplungskennwerte der Lichtquelle an der Einkoppelposition der zu prüfenden Faser der vorgesehenen Anwendung des Lichtwellenleiters entsprechen. Weitere Einzelheiten zu den Einkopplungsbedingungen an Mehrmoden-LWL-Kabelanlagen sind in Anhang C zu finden.

6.2 Verfahren B – Viertelkreis-Krümmung

Die zu prüfende Faser ist sorgfältig in die Führungsnut(en) einzusetzen. Siehe Bild 1. Der Anfang jeder definierten Krümmung muss sich s Meter entfernt vom Anfang der nächsten definierten Krümmung befinden. Der Abstand zwischen dem Beginn der definierten Krümmung, die dem Einkopplungsende am nächsten liegt,

²⁾ Der Krümmungsverlust bei Einmodenfasern steigt exponentiell zum Anstieg der Wellenlänge und zur Verringerung des Krümmungsradius (siehe Anhang D).

muss 1 m von der Einkopplungsstelle betragen. Zwischen dem Ende der definierten Krümmung, die dem Empfänger am nächsten liegt, muss der Abstand zum Empfänger 1 m betragen (siehe Bild 6).

Die Mindestlänge des Prüflings muss nach der folgenden Gleichung ermittelt werden:

$$L = (n - 1) \cdot s + 2 \quad (1)$$

$$s = \frac{3}{2} \pi \cdot R + 2 \times R \quad (2)$$

Dabei ist

- L die Mindestlänge des Prüflings (m),
 n die Anzahl der Viertelkreis-Krümmungen,
 s der Zwischenraum zwischen jeder Krümmung (m) und
 R der entspannte Krümmungsradius (m).

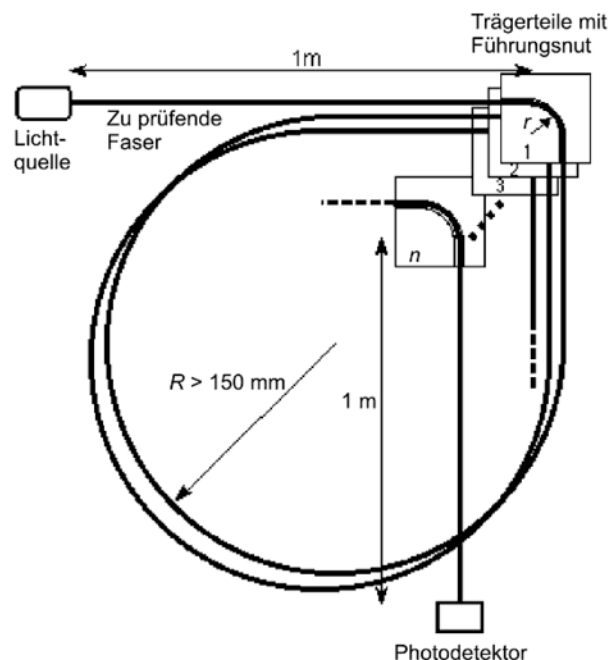


Bild 6 – Mehrfachkrümmungen unter Verwendung von sich überdeckenden Trägerteilen

Der durch die verschiedenen Radien verursachte Makrokrümmungsverlust bei Mehrfachkrümmungen kann mit Hilfe der sich überdeckenden Trägerteile, die mit Führungsnuten verschieden festgelegter Krümmungsradien unterteilt sind, gleichzeitig gemessen werden (siehe Bild 6).

Sofern in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt, sind die Vorzugswerte für die Prüfung wie folgt:

- Makrokrümmungsradius: $r = 25 \text{ mm}$;
- Anzahl der Makrokrümmungen: $n = 10$;
- entspannter Krümmungsradius $R \geq 150 \text{ mm}$;
- Wellenlängen: 650 nm, 850 nm oder 1 300 nm.

Diese Parameter beziehen sich auf einen Zwischenraum zwischen jeder Makrokrümmung von $s \geq 1 \text{ m}$ und eine Länge des Prüflings von $L \geq 11 \text{ m}$.

Die durch die Krümmung verursachte zusätzliche Faserdämpfung muss entweder mit der Methode der Überwachung der übertragenen Leistung (Anhang A) oder mit dem Rückschneidverfahren (Anhang B) gemessen werden. An den Enden des Prüflings zur Lichtquelle und zum Empfänger werden Mantelmodenabstreifer angewendet. Ein geeigneter Mantelmodenabstreifer besteht aus einer mit drei Windungen um einen Wickeldorn mit einem Radius von 15 mm gewickelten Prüffaser.

Das Verfahren wird wie folgt durchgeführt:

- a) Die Faser wird auf die entsprechende Länge geschnitten und auf eine Spule gewickelt oder so auf eine glatte Fläche gelegt, dass die Faser einen Krümmungsradius von ≥ 150 mm einnimmt.
- b) Die Übertragungsleistung wird gemessen.
- c) Die Faser wird in die Prüfeinrichtung eingelegt (Bilder 1 und 6).
- d) Die Übertragungsleistung wird gemessen.

Wenn mehrfache Makrokrümmungen, zum Beispiel mit der vorgegebenen Anzahl $n = 10$, geprüft werden, kann die an einer bestimmten Makrokrümmung auftretende Streuung davon abhängig sein, wie viele Makrokrümmungen sich davor befinden. Zum Beispiel kann die erste Krümmung die Einkopplungsbedingungen an der zweiten Krümmung beeinflussen und die zweite Krümmung die der dritten Krümmung usw. Infolgedessen kann der zusätzliche Makrokrümmungsverlust an einer festgelegten Krümmung unterschiedlich zu dem einer anderen Krümmung sein. Besonders die erste Krümmung kann den größten Einfluss auf die folgenden Krümmungen nehmen. Somit sollte der durch die Mehrfachwindungen erzeugte zusätzliche Makrokrümmungsverlust nicht in „dB/Windung“ (durch Division der summierten Dämpfung durch die Anzahl der Windungen) dargestellt werden. Folglich sollte die Maßangabe für den zusätzlichen Makrokrümmungsverlust nicht in der Einheit „dB/Windung“ angegeben werden.

7 Berechnungen

Die Ergebnisse werden in dB angegeben, wie zum Beispiel:

$$\text{Dämpfung (dB)} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{\text{str}}}{P_{\text{Bend}}} \right) \quad (3)$$

Dabei ist P_{str} die gemessene Leistung ohne Krümmung und P_{Bend} die gemessene Leistung mit Krümmung.³⁾

ANMERKUNG Für Einmodenfasern können die Verluste in dB/Windung angegeben werden.

8 Ergebnisse

8.1 Angaben, die bei jeder Messung vorzulegen sind

Folgende Angaben sind bei jeder Messung vorzulegen:

- Datum und Bezeichnung der Messung;
- Kennzeichnung des Prüflings;
- Länge des Prüflings;
- Krümmungsradius und Messanordnung (Verfahren A);
- Makrokrümmungsradius (Verfahren B);
- Anzahl der Windungen (Verfahren A);
- Anzahl der Makrokrümmungen (Verfahren B);
- wichtige Wellenlänge(n);

³⁾ Die Berechnung der Leistung durch die gerade verlaufende Faser kann mittels Dämpfungskoeffizient der Faser, der Länge der geprüften Faser und der Ausgangsleistung der Quelle erfolgen.

- Einkopplungsbedingungen (nur Mehrmodenfasern);
- Makrokrümmungsverlust (dB).

8.2 Angaben, die auf Anfrage vorzulegen sind

Folgende Angaben sind auf Anfrage vorzulegen:

- verwendetes Messverfahren: A oder B;
- Messmethoden der optischen Leistung: Leistungsüberwachung oder Rückschneideverfahren;
- Beschreibung der Messanordnung;
- Einzelheiten des Berechnungsverfahrens;
- Datum der letzten Kalibrierung der Messeinrichtung.

9 Spezifikationsangaben

In der Bauartspezifikation müssen folgende Angaben enthalten sein:

- Typ der zu messenden Faser;
- Einkopplungsbedingungen (nur Mehrmodenfasern);
- Krümmungsradius (Verfahren A);
- Makrokrümmungsradius (Verfahren B);
- Anzahl der Windungen (Verfahren A);
- Anzahl der Makrokrümmungen (Verfahren B);
- Ausfall- oder Annahmekriterien;
- aufzuzeichnende Angaben;
- untersuchte Wellenlänge(n);
- sämtliche Abweichungen, die für das Verfahren gelten.

Anhang A (normativ)

Änderung des Übertragungsverhältnisses nach dem Verfahren der durchgelassenen Strahlungsleistung

A.1 Messgeräte

A.1.1 Allgemeines

Die Messanordnung muss eine Überwachungsmöglichkeit des optischen Übertragungsverhältnisses mit hoher Auflösung und guter Stabilität hinsichtlich zeit- und temperaturbezogener Änderungen bieten, wie sie in der betreffenden Produktspezifikation beschrieben wird.

In Bild A.1 wird eine typische Messanordnung dargestellt, die für mechanische und umweltbezogene Prüfungen in einem Laboratorium oder in einer Fertigungsstätte geeignet ist. Die Änderung des optischen Übertragungsverhältnisses lässt sich durch Vergleich mit einem Referenzprüfstück messen, wobei jede Änderung, die in der Lichtquelle auftreten kann, korrigiert wird. Die Verbindungen müssen stabile Koppelbedingungen aufweisen.

In Bild A.2 wird eine weitere typische Messanordnung dargestellt, wie sie auf der Strecke, in einem Laboratorium oder in einer Fertigungsstätte für geforderte Langzeitprüfungen geeignet ist, wenn es möglich ist, die Lichtquelle durch optische Rückkopplung zu stabilisieren.

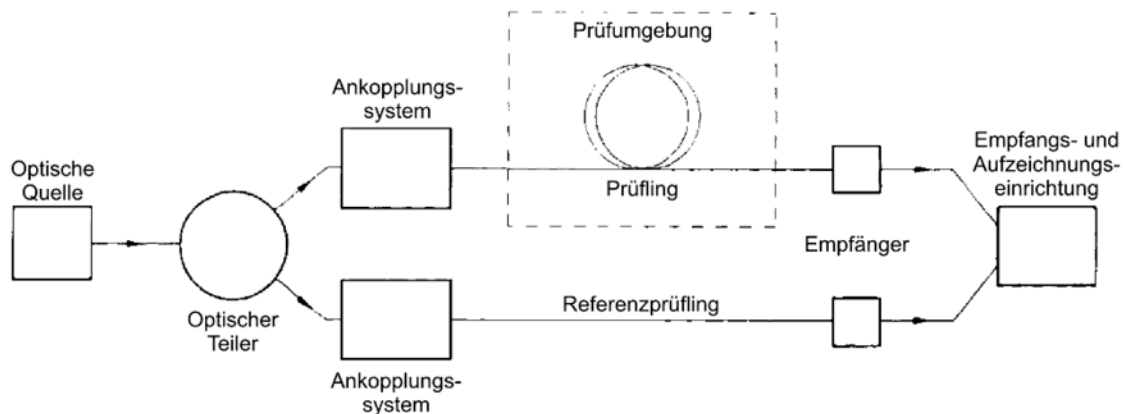


Bild A.1 – Messung der Änderung des optischen Übertragungsverhältnisses mit Verwendung eines Referenzprüflings

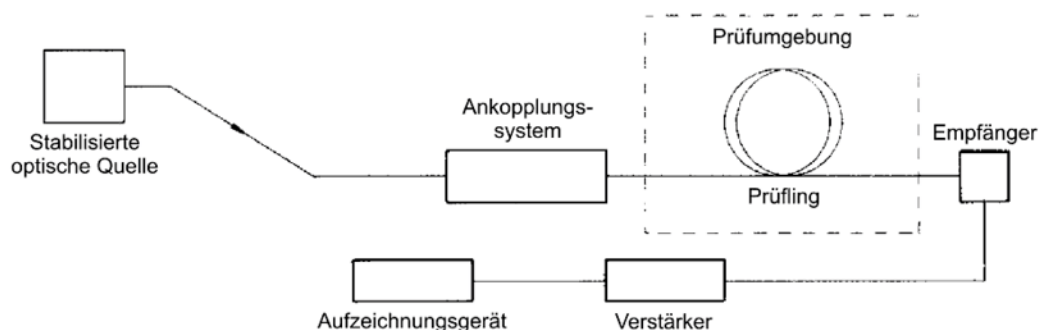


Bild A.2 – Messung der Änderung des optischen Übertragungsverhältnisses mit Verwendung einer stabilisierten optischen Quelle

A.2 Durchführung

Vor Beginn der Prüffolge sind die optische Anfangsausgangsleistung P_{0t} des Prüflings und, im Fall nach Bild A.1, die optische Anfangsausgangsleistung P_{0r} des Referenzprüflings zu messen.

Während der Prüffolge, wie es für die jeweiligen mechanischen, umweltbezogenen oder sonstigen Prüfungen festgelegt ist, sind die aufeinander folgenden optischen Ausgangsleistungen P_{nt} ($n = 1, 2, 3, \dots$) des Prüflings und im Fall nach Bild A.1, die aufeinander folgenden Leistungen P_{nr} des Referenzprüflings zu messen.

Bei diesen Messungen dürfen auch Größen proportional zur absoluten Leistung anstelle der absoluten Leistungen selbst gemessen werden. Im Fall nach Bild A.1 darf der Proportionalitätsfaktor zwischen dem Prüfkanal und dem Referenzkanal voneinander abweichen. Der bzw. Proportionalitätsfaktor(en) muss bzw. müssen aber für die gesamte Dauer der Prüffolge konstant bleiben.

A.3 Berechnungen

Die Änderungen des optischen Übertragungsverhältnisses während der Prüffolge sind wie folgt in dB zu berechnen:

Für Bild A.1:

$$D_n = 10 \log_{10} \frac{P_{0r} \times P_{nt}}{P_{0t} \times P_{nr}} \quad (\text{A.1})$$

Für Bild A.2

$$D_n = 10 \log_{10} \frac{P_{nt}}{P_{0t}} \quad (\text{A.2})$$

Dabei ist

D_n die Änderung des optischen Übertragungsverhältnisses während der Prüffolge, in dB;

P_{0t} die optische Anfangsausgangsleistung des Prüflings, in mW;

P_{0r} die optische Anfangsausgangsleistung des Referenzprüflings, in mW;

P_{nt} die aufeinander folgenden optischen Ausgangsleistungen des Prüflings, in mW;

P_{nr} die aufeinander folgenden optischen Ausgangsleistungen des Referenzprüflings, in mW.