

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                |                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Prüfung an Kabeln und isolierten Leitungen</b><br>Rückstreuung bei Lichtwellenleitern (LWL) | <b>DIN</b><br><b>VDE 0472</b><br>Teil 251 |
| <p>Diese auch vom Vorstand des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) e.V. genehmigte Norm ist damit zugleich eine <b>VDE-Bestimmung</b> im Sinne von VDE 0022. Sie ist unter obenstehender Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekanntgegeben worden.</p> <p>Testing of cables, wires and flexible cords;<br/>Backscattering in optical fibres (LWL)</p> <p>Ersatz für Ausgabe 01.85</p> <p>Diese Norm enthält Prüfverfahren, die nach den Normen für Kabel und isolierte Leitungen zur Ermittlung von Eigenschaften anzuwenden sind.</p> <p>Die Prüfung stimmt sachlich überein mit IEC 793-1, 2. Ausgabe, 1987, Abschnitt 34.</p> <p><b>Beginn der Gültigkeit</b><br/>Diese Norm (VDE-Bestimmung) gilt ab 1. Mai 1990.</p> <p>Norminhalt war veröffentlicht im Entwurf DIN VDE 0472 Teil 251/07.88.</p> <p>Fortsetzung Seite 2 bis 4</p> <p>Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)</p> |                                                                                                |                                           |

## 1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die Rückstreuung an LWL, LWL-Kabel und LWL-Kabelanlagen.

Damit können

- die Länge von LWL
- und
- die Entfernung von Inhomogenitätsstellen in
- die Dämpfung von
- die Dämpfung von Inhomogenitäten in

LWL, LWL-Kabeln und LWL-Kabelanlagen ermittelt werden. Sie gilt für Ein- und Mehr-Modenfasern.

## 2 Prüfgeräte und Prüfmittel

Rückstreumeßgeräte

Durch einen Zeitgenerator (1) gesteuert, sendet ein Laser (2), der als elektro-optischer (E/O) Wandler wirkt, Lichtimpulse über einen Strahlteiler (3) in den zu untersuchenden LWL (4). Das rückgestreute Licht wird mit Hilfe eines Photoempfängers (5), der als opto-elektrischer (O/E) Wandler wirkt, zeit- und damit ortsabhängig detektiert. Nach Begrenzung der Signalspitzen, wie sie z.B. durch Reflexion an der Koppelstelle zwischen Strahlteiler und Probe (LWL) auftreten und anschließender breitbandiger Verstärkung (7), wird durch elektronische Hilfsmittel (8) das Nutzsignal gegenüber dem Rauschen iterativ soweit wie nötig verbessert, für eine Anzeige aufbereitet, logarithmiert und ausgewertet (8). Das aufbereitete Signal (Rückstreuokurve) und die Auswertergebnisse werden auf einem Oszilloskop (vielfach in dem Rückstreumeßgerät integriert) und gegebenenfalls auf einem Display angezeigt. Die Möglichkeit zur Protokollierung der Rückstreuokurve und der Meßergebnisse durch eine in- oder externe Registriereinrichtung sowie eine Rechnerschnittstelle kann vorteilhaft sein. Bild 1 zeigt die wesentlichen Komponenten eines Rückstreumeßgerätes.

Folgende Geräteparameter sollten spezifiziert werden:

- a) Meßwellenlänge und spektrale Halbwertsbreite
- b) Pulshalbwertsbreite

Anmerkung: Da mit zunehmender Pulshalbwertsbreite zwar die Pulsenergie und damit die Dynamik zunimmt, aber andererseits die X-Auflösung abnimmt, sollte die Pulshalbwertsbreite den Meßaufgaben entsprechend veränderbar sein.

- c) Totzone bei Fresnel-Reflexion
- d) Längenmeßbereich
- e) Ableseauflösung in X- und Y-Achse („Read out“)
- f) Dynamik und Meßzeit in Abhängigkeit von der Pulshalbwertsbreite für
  - 4 %-Reflexion (Fresnel-Reflexion)
  - $S/N = 1$  (des Rückstreuungssignals)
  - $(\Delta a = Y)$ -Auflösung\*)
- g) Genauigkeit der Zeitbasis für die Entfernungsmessung
- h) Genauigkeit der Dämpfungsmessung
- i) Wiederholbarkeit nach DIN 55350 Teil 12
- j) Einkoppelbedingungen entsprechend Fasertyp
- k) Laserklasse des Meßgerätes [siehe auch DIN VDE 0835 (z.Z. Entwurf)].

## 3 Allgemeines

Es gilt DIN VDE 0472 Teil 1, sofern in dieser Norm keine abweichenden Festlegungen getroffen sind.

\*) Anmerkung: Y ist entsprechend der Meßaufgabe zu spezifizieren.

## 4 Proben

Das Probestück ist der LWL, das LWL-Kabel, gegebenenfalls in einer Kabelanlage. Auf der Meßseite muß die Endfläche der Faser sauber, glatt und möglichst rechtwinklig zur Faserachse sein.

## 5 Vorbereitung der Prüfung

Der zu messende LWL wird an das Rückstreumeßgerät angekoppelt, gegebenenfalls wird die Einkopplung auf maximales Rückstreusignal optimiert. Die variablen Geräteparameter sind entsprechend der Meßaufgabe einzustellen.

## 6 Durchführung der Prüfung

Die rückgestreute Leistung wird mit Rückstreumeßgerät erfaßt und logarithmisch aufgezeichnet. Ein Beispiel einer Rückstreuokurve zeigt Bild 2. Wenn es die Meßaufgabe erfordert, wird die Messung von beiden Seiten durchgeführt.

### 6.1 Bestimmung der Länge der Probe bzw. Entfernungsbestimmung von Inhomogenitäten

Hierzu genügt die Messung von einer Seite. Der Längenmaßstab ist auf die wirksame Ausbreitungsgeschwindigkeit des Pulses in der Probe einzustellen.

### 6.2 Bestimmung der Dämpfung

Für eine Dämpfungsbestimmung ist grundsätzlich eine Messung von beiden Seiten der Probe erforderlich. Die Dämpfung ist das arithmetische Mittel aus den beiden Meßergebnissen. Bei einem über die Länge homogenen LWL genügt die Messung von einer Seite.

#### 6.2.1 Dämpfung von LWL, LWL-Kabeln und LWL-Kabelanlagen

Gemessen wird:

- die Dämpfung  $a_m$  zwischen den Punkten A und E, die beide möglichst nahe den Enden der Probe, aber außerhalb von Totzonen sowie Inhomogenitäten liegen müssen und
- die Entfernung  $l$  zwischen A und E.

Die Dämpfung  $a$  für den LWL, das Kabelstück bzw. die Kabelanlage  $L$  ergibt sich dann zu

$$a = a_m \cdot \frac{L}{l}$$

Falls das Rückstreumeßgerät den Dämpfungsbelag  $\alpha$  in dB/km bestimmt, kann auf die Messung von  $l$  verzichtet werden. Es ist dann

$$a = \alpha \cdot L$$

Anmerkung: Bei der Extrapolation der Dämpfung im gemessenen Teil der Länge  $l$  auf die Länge  $L$  ist vorausgesetzt, daß sich die Probe in den Totzonen wie im gemessenen Teil verhält.

Bei LWL-Kabelanlagen geht in die Messung neben der Faserdämpfung auch die Dämpfung der Spleißstellen ein. Obgleich für die Bestimmung der Dämpfung einzelner Spleißstellen (siehe Abschnitt 6.3) Messungen von beiden Seiten erforderlich wären, ist zur Dämpfungsbestimmung in einer LWL-Kabelanlage mit mehreren Spleißstellen die Messung von einer Seite im allgemeinen ausreichend.