

DIN 58141-11

ICS 33.180.10

**Messung von faseroptischen Elementen –
Teil 11: Bestimmung der lichttechnischen Eigenschaften seitlich
abstrahlender Lichtleiter;
Text Deutsch und Englisch**

Measurement of fiber optic elements –
Part 11: Determination of photometric characteristics of side emitting light guides;
Text in German and English

Mesurage d'éléments en fibre optique –
Partie 11: Détermination des propriétés d'éclairage des conduits lumières qu'elles
émettent latéralement;
Texte en allemand et anglais

Gesamtumfang 45 Seiten

Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO) im DIN

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Messverfahren.....	22
4.1 Integrale Abstrahlung.....	22
4.1.1 Mess- und Hilfsmittel.....	22
4.1.2 Vorbereitung der Probe.....	24
4.1.3 Durchführung	26
4.1.4 Auswertung	28
4.1.5 Messbericht	28
4.2 Längenabhängigkeit der Farbortverschiebung	30
4.2.1 Mess- und Hilfsmittel.....	30
4.2.2 Vorbereitung der Probe.....	30
4.2.3 Durchführung	30
4.2.4 Auswertung	30
4.2.5 Messbericht	32
4.3 Meridionale Winkelabhängigkeit	32
4.3.1 Mess- und Hilfsmittel.....	32
4.3.2 Vorbereitung der Probe.....	36
4.3.3 Durchführung	36
4.3.4 Auswertung	36
4.3.5 Messbericht	38
4.4 Radiale Abstrahlung.....	38
4.4.1 Mess- und Hilfsmittel.....	38
4.4.2 Durchführung	42
4.4.3 Auswertung	42
4.4.3 Evaluation.....	43
4.4.4 Messbericht	44

Contents

	Page
Foreword	5
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
4 Measurement method	23
4.1 Integral emission	23
4.1.1 Measurement and auxiliary devices	23
4.1.2 Specimen preparation	25
4.1.3 Procedure	27
4.1.4 Evaluation	29
4.1.5 Measuring report	29
4.2 Length dependence of chromaticity coordinates shift	31
4.2.1 Measurement and auxiliary devices	31
4.2.2 Specimen preparation	31
4.2.3 Procedure	31
4.2.4 Evaluation	31
4.2.5 Measuring report	33
4.3 Meridional Dependence of Angle	33
4.3.1 Measurement and auxiliary devices	33
4.3.2 Specimen preparation	37
4.3.3 Measuring procedure	37
4.3.4 Evaluation	37
4.3.5 Measuring report	39
4.4 Radial irradiation	39
4.4.1 Measurement and auxiliary devices	39
4.4.2 Procedure	43
4.4.3 Evaluation	43
4.4.4 Measuring report	45

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Arbeitsausschuss NA 027-01-16 AA „Faseroptik“ im Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. erarbeitet.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokumentes Patentrechte berühren können. Das DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

DIN 58141 *Messung von faseroptischen Elementen* besteht aus:

- *Teil 1: Bestimmung der Dämpfung von Lichtleitfasern*
- *Teil 2: Bestimmung des spektralen Transmissionsgrades von Lichtleitern*
- *Teil 3: Bestimmung des effektiven Öffnungswinkels von Lichtleitern*
- *Teil 4: Bestimmung von Durchmessern und Dicken von Lichtleitfasern*
- *Teil 5: Bestimmung der sichtbaren Defekte von Licht- und Bildleitern*
- *Teil 6: Bestimmung des mechanischen Biegeradius für kurzzeitige Anwendungen von Lichtleitfasern*
- *Teil 7: Bestimmung der Zugbelastbarkeit von Lichtleitkabeln*
- *Teil 8: Bestimmung des mechanischen Biegeradius für kurzzeitige Anwendungen von Lichtleitkabeln*
- *Teil 9: Bestimmung der Abweichung von Rundheit und Konzentrität von Lichtleitfasern*
- *Teil 10: Bestimmung der Beleuchtungsstärke und des effektiven Öffnungswinkels von Kaltlichtquellen*
- *Teil 11: Bestimmung der lichttechnischen Eigenschaften seitlich abstrahlender Lichtleiter*

ANMERKUNG Im Zweifelsfall gilt der deutsche Text.

Foreword

This document has been prepared by the Working Committee NA 027-01-16 AA „Faseroptik“ (Fiber optics) of NA Feinmechanik und Optik (Optics and Precision Mechanics Standards Committee) at DIN (German Institute for Standardization).

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights. DIN shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

DIN 58141 *Measurement of fiber optic elements* consists of the following parts:

- *Part 1: Determination of attenuation of optical fibers*
- *Part 2: Determination of spectral transmittance of light guides*
- *Part 3: Determination of acceptance angle of light guides*
- *Part 4: Determination of diameters and thicknesses of optical fibers*
- *Part 5: Determination of visual defects of light and image guides*
- *Part 6: Determination of the mechanical bending radius for short-term applications of optical fibers*
- *Part 7: Determination of tensile load of fiber optic cables*
- *Part 8: Determination of the mechanical bending radius for short-term applications of light guided cables*
- *Part 9: Determination of deviation of the roundness and the concentricity of optical fibers*
- *Part 10: Determination of illuminance and effective aperture angle of cold light sources*
- *Part 11: Determination of photometric characteristics of side emitting light guides*

NOTE In case of doubt the German text is valid.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die Messung faseroptischer Elemente und Produkte zur Bild- und Datenübertragung (Strecken bis 100 m) und Leitung von Licht sowie optischer Strahlung aus dem nahen infraroten und ultravioletten Spektralbereich.

Sie gilt nicht für faseroptische Elemente und Produkte, die zur Nachrichten- und Datenübertragung über Strecken > 100 m vorgesehen sind.

Diese Norm legt ein einheitliches Verfahren zur Bestimmung der optischen Eigenschaften von Lichtleitern, die seitlich Strahlung emittieren, fest.

Die hier beschriebenen Verfahren basieren auf faseroptischen Elementen und Produkten, deren seitlicher Auskoppelmechanismus über eine definierte Länge konstant ist und die den unter 3.3 definierten Effekt der Vorlaufänge aufweisen.

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).

DIN 5033-2, *Farbmessung — Normvalenz-Systeme*

DIN 58140-1, *Faseroptik — Begriffe — Teil 1: Begriffe, Formelzeichen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN 58140-1 und die folgenden Begriffe.

3.1

Modellfunktion der integralen Abstrahlung

Gleichung zur Beschreibung der seitlichen Abstrahlung entlang der optischen Achse

$$I(z) = A_1 \cdot e^{\frac{-z}{t_1}} + A_2 \cdot e^{\frac{-z}{t_2}} \quad (1)$$

Dabei ist

- | | |
|--------|--|
| $I(z)$ | die spezifische Abstrahlung $\left(\frac{\%}{\text{mm}}\right)$; |
| A_1 | der ermittelte Achsenabschnitt der ersten Exponentialfunktion $\left(\frac{\%}{\text{mm}}\right)$; |
| A_2 | der ermittelte Achsenabschnitt der zweiten Exponentialfunktion $\left(\frac{\%}{\text{mm}}\right)$; |
| t_1 | der ermittelte Steigungswert der ersten Exponentialfunktion; |
| t_2 | der ermittelte Steigungswert der zweiten Exponentialfunktion. |

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Parameter A_1 , A_2 , t_1 und t_2 der Gleichung werden durch eine ausreichende Anzahl von Messpunkten $I(z)$ ermittelt. Mathematisch sind mindestens 4 Messpunkte nötig; empfehlenswert ist jedoch eine größere Anzahl. Die Zuordnung der Exponentialfunktionen ist so zu wählen, dass $t_1 < t_2$ ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Definition und Herleitung: für $I(z)$ siehe 0.

1 Scope

This standard is applicable for measurement of fiber optic components and products for image and data transmission (distances up to 100 m) as well as for transmission of light and optical radiation in the near infrared and ultraviolet spectral range.

The standard is not applicable for fiber optic components and products, intended for telecommunication and data transmission over distances > 100 m.

This standard defines a uniform method for the determination of photometric characteristics of side emitting light guides.

The procedures defined here are based on fiber optical components and products for which the side emitting mechanism is constant over a defined length and which show the initial length effect as defined in 3.3.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

DIN 5033-2:1992-05, *Colorimetry — Standard colorimetric systems*

DIN 58140-1:2012-03, *Fiber optics — Terms and definitions — Part 1: Terms and definitions, Symbols*

3 Terms and definitions

For the purpose of this document, the terms and definitions given in DIN 58140-1 and the following apply.

3.1

model function of integral radiation

equation for the specification of lateral radiation along the optical axis

$$I(z) = A_1 \cdot e^{\frac{-z}{t_1}} + A_2 \cdot e^{\frac{-z}{t_2}} \quad (1)$$

Where

$I(z)$ is the specific radiation $\left(\frac{\%}{\text{mm}} \right)$;

A_1 is the determined axis intercept of the first exponential function $\left(\frac{\%}{\text{mm}} \right)$;

A_2 is the determined axis intercept of the second exponential function $\left(\frac{\%}{\text{mm}} \right)$;

t_1 is the determined slope value of the first exponential function;

t_2 is the determined slope value of the second exponential function.

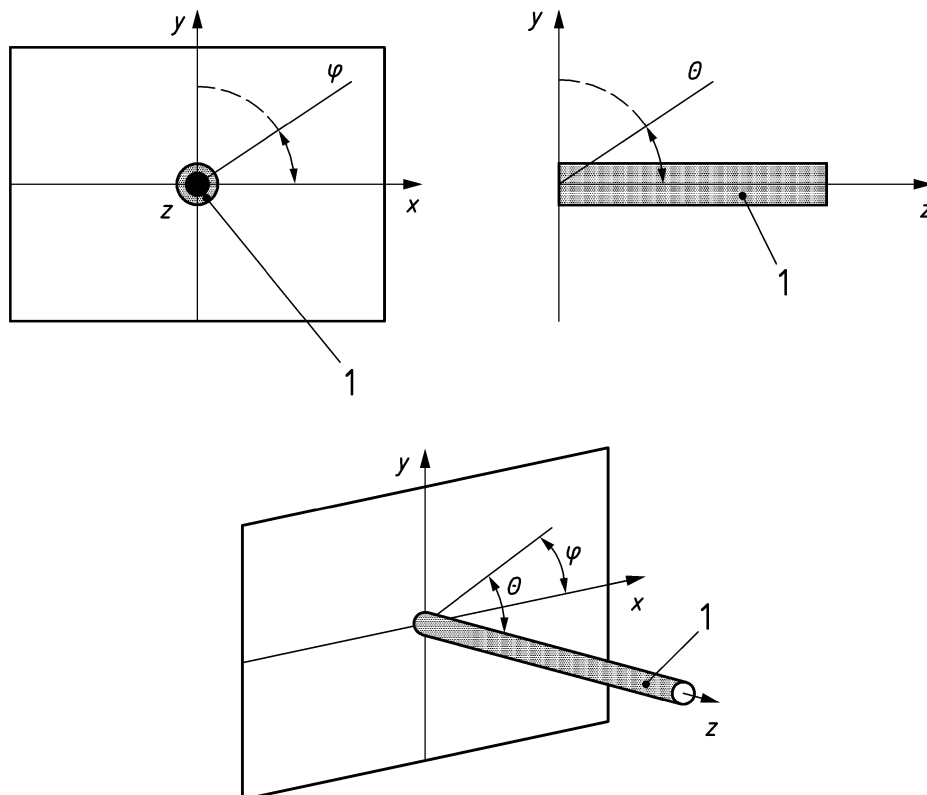
Note 1 to entry: The parameters A_1 , A_2 , t_1 and t_2 of the equation are determined from a sufficient number of measured points $I(z)$. A minimum number of 4 measurement points is mathematically necessary; however, a larger number is recommendable. The assignment of the exponential functions shall be chosen so that $t_1 < t_2$.

Note 2 to entry: For definition and derivation for $I(z)$: see 4.1.1.5.

3.2 Koordinatensystem

geometrische Lagebeschreibung der optischen Faser, wobei sich das Licht in positive z-Richtung ausbreitet

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.



Legende

1 Faser

Bild 1 — Koordinatensystem zur Beschreibung der geometrischen Anordnung der optischen Faser

3.3 Vorlauflänge

Bereich der optischen Faser ab der Einkopplung, in dem beruhend auf besonderen Effekten eine stärkere Auskopplung des Lichtes erfolgt

Anmerkung 1 zum Begriff: Effekte, die zu einer besonderen Auskopplung des Lichtes beitragen sind z. B. Mantelmoden oder Einkopplung durch Überstrahlung

Anmerkung 2 zum Begriff: Dieser Bereich ist durch seinen steilen exponentiellen Intensitätsabfall nicht für Beleuchtungszwecke zu empfehlen. Der nutzbare Bereich beginnt zweckmäßigerweise mit Ende der Vorlauflänge.

Anmerkung 3 zum Begriff: Für die Berechnung der Vorlauflänge wird nur die in diesem Bereich überwiegende Exponentialfunktion mit dem Koeffizienten t_1 verwendet.

$$L_{\text{Vor}} = \ln(7) \cdot t_1 \quad (2)$$

Dabei ist

L_{Vor} die Vorlauflänge.

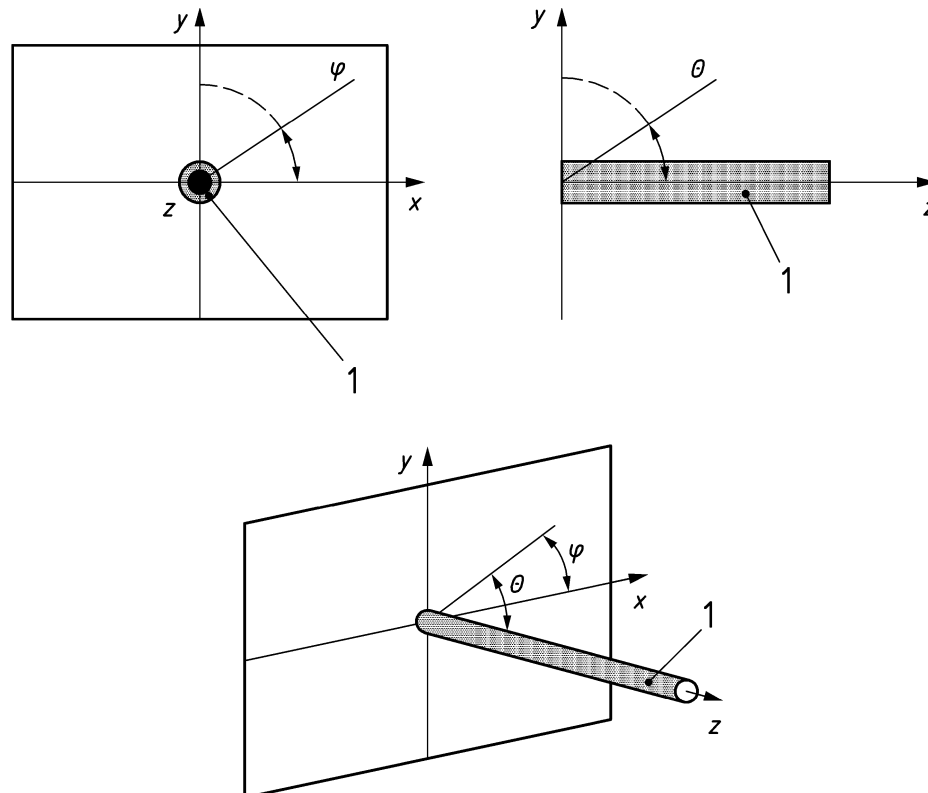
Anmerkung 4 zum Begriff: Der Faktor $\ln(7)$ ergibt sich aus dem Helligkeitsabfall auf 1/7 (14,3 %), der dem vom menschlichen Auge gerade noch wahrnehmbaren Helligkeitsunterschied entspricht. Dieser liegt bei etwa 10 % bis 20 %.

3.2

coordinate system

geometrical description of the fiber, where the propagation of light is in positive z direction

Note 1 to entry: See Figure 1.



Key

1 fiber

Figure 1 — Coordinate system for the description of the geometrical arrangement of the optical fiber

3.3

initial length

section of the optical fiber starting from launching side within that an increased radiation takes place caused by special effects

Note 1 to entry: Effects which contribute to a special radiation of light are e.g. cladding modes or overfilled launch

Note 2 to entry: This section is not recommended for lighting purposes because of its sharp exponential decrease of intensity. The usable range begins expediently with the end of the initial length.

Note 3 to entry: For the calculation of the initial length only the exponential function with the coefficient t_1 is used.

$$L_{Vor} = \ln(7) \cdot t_1 \quad (2)$$

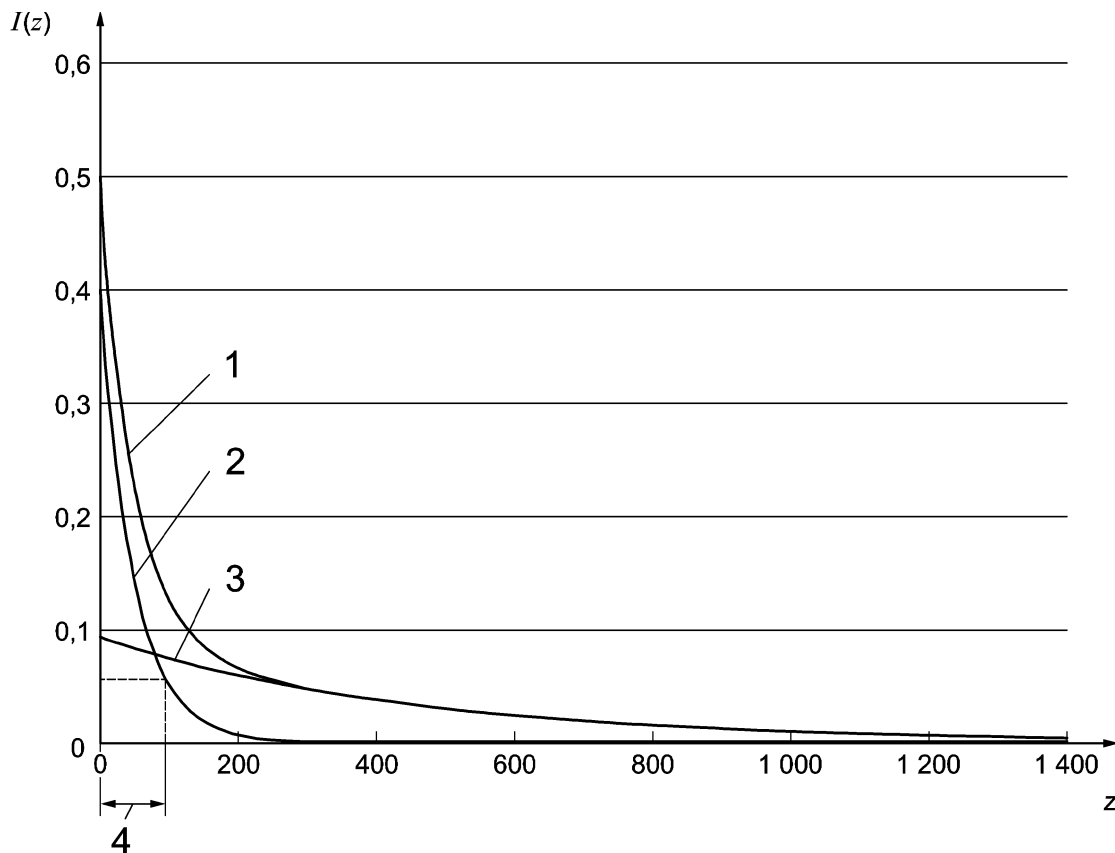
Where

L_{Vor} is the initial length.

Note 4 to entry: The factor $\ln(7)$ results from an intensity decay to 1/7 (14,3 %) which corresponds to the observable difference in light intensity of the human eye. This value is in between 10 % to 20 %.

Anmerkung 5 zum Begriff: Wenn $t_2 < 5 \cdot t_1$ ist der Effekt der Vorlauflänge vernachlässigbar. Das hier beschriebene Auswerteverfahren ist damit nicht anwendbar.

Anmerkung 6 zum Begriff: Siehe Bild 2.



Legende

z Position entlang der Probe in mm
 $I(z)$ spezifische Abstrahlung in %/mm

- 1 Gesamtfunktion
- 2 Teilfunktion 1
- 3 Teilfunktion 2
- 4 Vorlauflänge

Bild 2 — Vorlauflänge

3.4

Halbwertslänge

Strecke aus der Teilfunktion 2, innerhalb der sich die seitlich abgestrahlte Intensität auf 50 % reduziert

$$L_{50\%} = \ln(2) \cdot t_2 \quad (3)$$

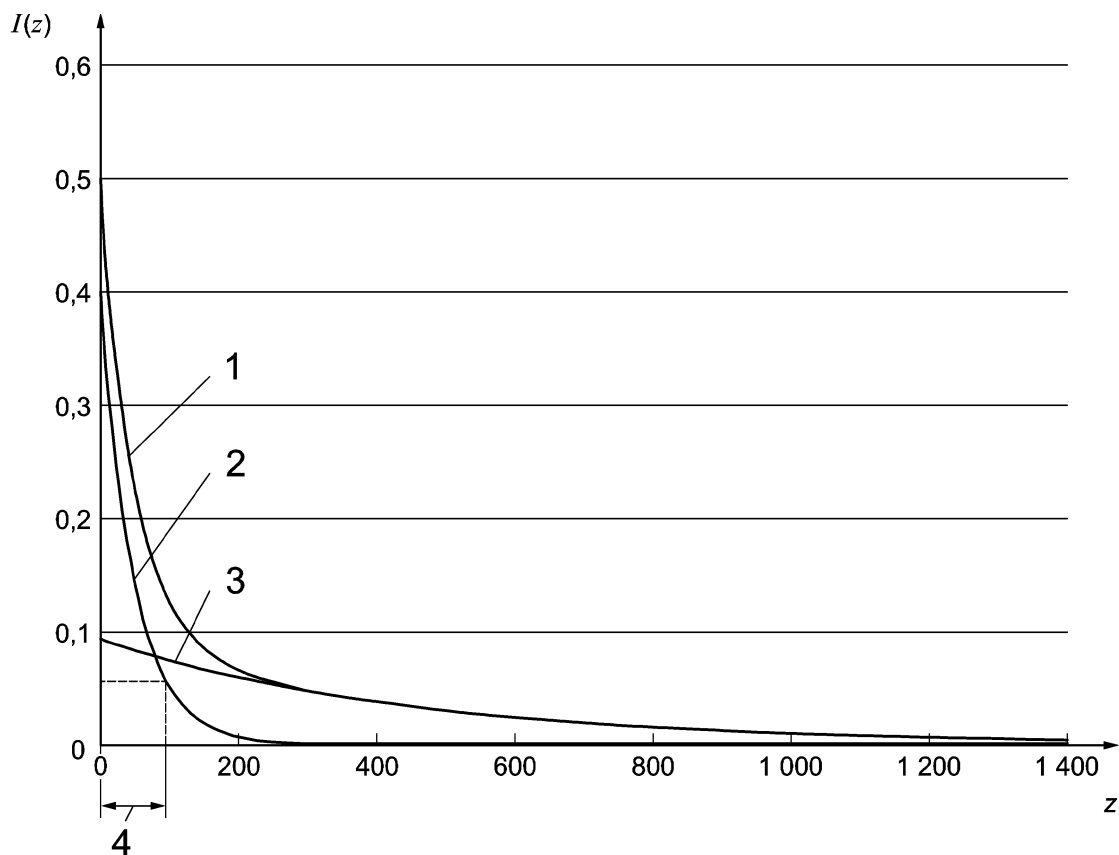
Dabei ist

$L_{50\%}$ die Halbwertslänge.

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 3.

Note 5 to entry: If $t_2 < 5 \cdot t_1$ the initial length effect becomes negligible. Therefore the evaluation process described here is not applicable.

Note 6 to entry: See Figure 2.



Key

z position along sample in mm

$I(z)$ specific radiation in %/mm

1 basic function

2 sub function 1

3 sub function 2

4 initial length

Figure 2 — Initial length

3.4

half-value length

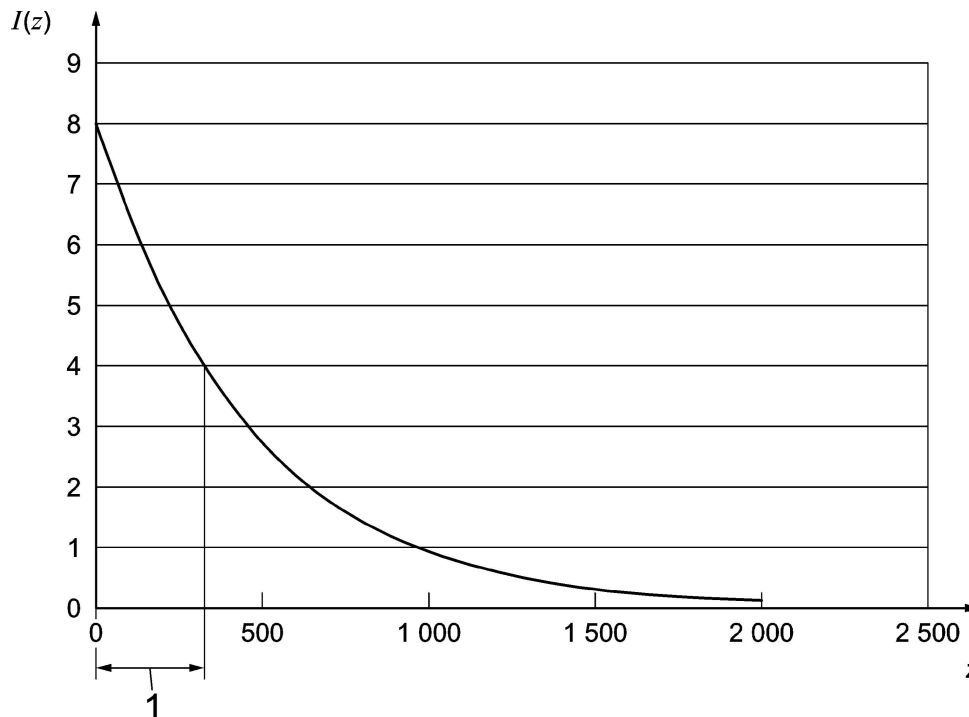
distance of the sub function 2 within that the intensity of the side emitted intensity has dropped to 50 %

$$L_{50\%} = \ln(2) \cdot t_2 \quad (3)$$

Where

$L_{50\%}$ is the half-value length.

Note 1 to entry: See Figure 3.



Legende

z Position entlang der Probe in mm

$I(z)$ spezifische Abstrahlung in %/mm

1 Halbwertslänge

Bild 3 — Halbwertslänge aus der Teilfunktion 2

3.5 spezifischer Wirkungsgrad

Verhältnis der seitlich emittierten Intensität auf dem ersten Meter nach der Vorlauflänge und der eingekoppelten Intensität bei einem Lichtleiter ohne Primär- bzw. Sekundärbeschichtung

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Wert eignet sich recht gut, um unterschiedliche Proben miteinander zu vergleichen. Dabei sollte ggf. der Wert der Vorlauflänge mit angegeben werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Definition gilt entsprechend für fertig konfektionierte Bauteile und Lichtleiter mit Primär- und Sekundärbeschichtung.

Anmerkung 3 zum Begriff: $I(z)$ nach Abschnitt 0.

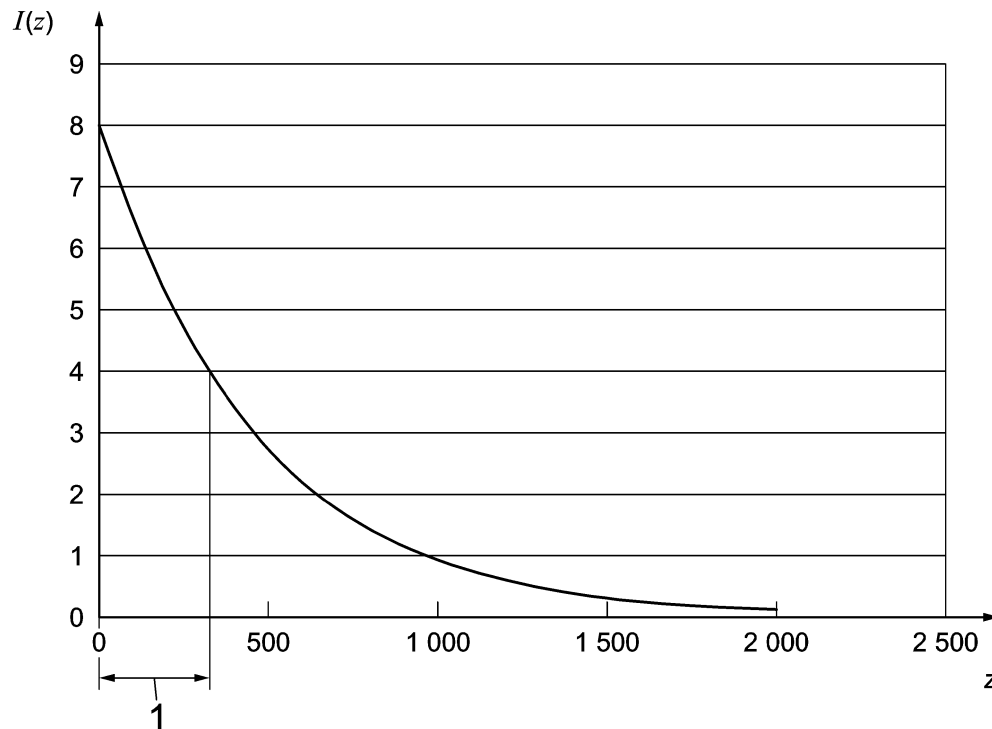
$$\eta_{\text{sLL}} = \frac{\int_{L_{\text{Vor}}}^{L_{\text{Vor}}+1\text{m}} I(z) dz}{\int_{L_{\text{Vor}}}^{L_{\text{Vor}}+1\text{m}} \left(A_1 \cdot e^{\frac{-z}{l_1}} + A_2 \cdot e^{\frac{-z}{l_2}} \right) dz} \quad (4)$$

3.6 Vorlauflängen-Wirkungsgrad

Anteil der eingekoppelten Intensität, der nach der Vorlauflänge noch im Bauteil vorhanden ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Intensität, die auf der Vorlauflänge verloren gegangen ist, kann auf der restlichen Strecke des Bauteils nicht mehr ausgekoppelt werden.

$$\eta_{\text{Vor}} = 1 - \frac{\int_{L_{\text{Vor}}}^{L_{\text{Vor}}+1\text{m}} I(z) dz}{\int_0^{L_{\text{Vor}}} \left(A_1 \cdot e^{\frac{-z}{l_1}} + A_2 \cdot e^{\frac{-z}{l_2}} \right) dz} \quad (5)$$

**Key**

z position along sample in mm

$I(z)$ specific radiation in %/mm

1 half-value length

Figure 3 — Half-value length of the sub function 2

3.5**specific light guide efficiency**

relation between the side emitted intensity after the first meter behind the initial length and the launched intensity for a light guide without primary and secondary coating

Note 1 to entry: That value is useful to compare different samples. Where appropriate the value describing the initial length should be indicated.

Note 2 to entry: The definition is valid accordingly for ready-made components and light guides with primary and secondary coating.

Note 3 to entry: $I(z)$ according to section 0.

$$\eta_{\text{sLL}} = \frac{\int_{L_{\text{Vor}}}^{L_{\text{Vor}}+1\text{m}} I(z) dz}{\int_{L_{\text{Vor}}}^{L_{\text{Vor}}+1\text{m}} \left(A_1 \cdot e^{\frac{-z}{t_1}} + A_2 \cdot e^{\frac{-z}{t_2}} \right) dz} \quad (4)$$

3.6**initial length efficiency**

relative amount of launched intensity which exists after the initial length

Note 1 to entry: The intensity which is lost on initial length cannot be emitted on the remaining distance of the component

$$\eta_{\text{Vor}} = 1 - \frac{\int_{L_{\text{Vor}}}^{L_{\text{Vor}}+1\text{m}} I(z) dz}{\int_0^{L_{\text{Vor}}} \left(A_1 \cdot e^{\frac{-z}{t_1}} + A_2 \cdot e^{\frac{-z}{t_2}} \right) dz} \quad (5)$$

3.7

Bauteil-Wirkungsgrad

Verhältnis aus der entlang des gesamten Lichtleiters seitlich emittierten Intensität und der eingekoppelten Intensität

$$\eta_{\text{Bt}} = \int_0^L I(z) dz = \int_{L_0}^L \left(A_1 \cdot e^{\frac{-z}{l_1}} + A_2 \cdot e^{\frac{-z}{l_2}} \right) dz \quad (6)$$

3.8

abschnittsbezogener Wirkungsgrad

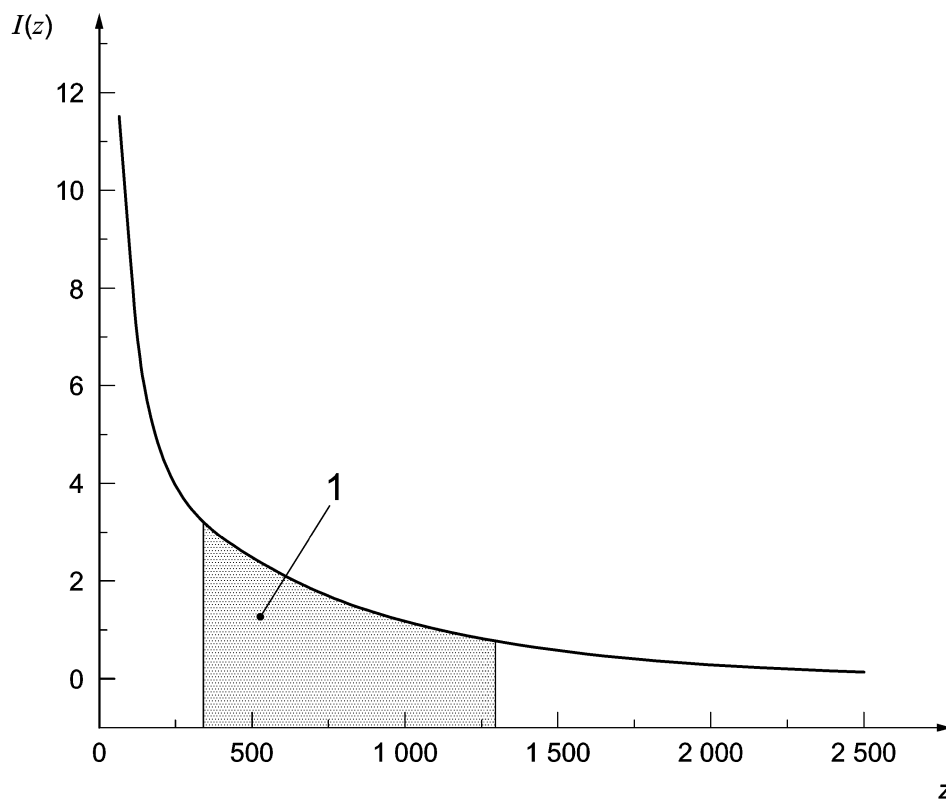
Anteil der Intensität, der aus dem Bauteil auf einer frei ausgewählten Strecke ausgekoppelt wird, im Verhältnis zur eingekoppelten Intensität

$$\eta_{\text{Ab}} = \int_{z_{\text{start}}}^{z_{\text{end}}} I(z) dz = \int_{z_{\text{start}}}^{z_{\text{end}}} \left(A_1 \cdot e^{\frac{-z}{l_1}} + A_2 \cdot e^{\frac{-z}{l_2}} \right) dz \quad (7)$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Die ausgewählte Strecke muss zwingend mit angegeben werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Dieser Wert eignet sich gut um Kunden leicht verständliche Messwerte zu liefern. Dieser Wert kann an die Kundenbedürfnisse (zur Beleuchtung verwendete Strecke) angepasst werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Siehe Bild 4.

**Legende**

z Position entlang der Probe in mm

$I(z)$ spezifische Abstrahlung in %/mm

1 spezifische Abstrahlung (Auswertung 350 mm bis 1300 mm)

Bild 4 — Beispielhafte Darstellung des abschnittsbezogenen Wirkungsgrades als Integral der Gesamtfunktion