

	DIN EN 60793-1-20 (VDE 0888-220)	
	<p>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.</p>	
<p>ICS 33.180.10</p> <p>Ersatz für DIN EN 60793-1-20 (VDE 0888-220):2002-10 Siehe Anwendungsbeginn</p> <p>Lichtwellenleiter – Teil 1-20: Messmethoden und Prüfverfahren – Fasergeometrie (IEC 60793-1-20:2014); Deutsche Fassung EN 60793-1-20:2014</p> <p>Optical fibres – Part 1-20: Measurement methods and test procedures – Fibre geometry (IEC 60793-1-20:2014); German version EN 60793-1-20:2014</p> <p>Fibres optiques – Partie 1-20: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Géométrie de la fibre (CEI 60793-1-20:2014); Version allemande EN 60793-1-20:2014</p> <p style="text-align: right;">Gesamtumfang 48 Seiten</p> <p style="text-align: center;">DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE</p>		
  Document Sharing Hub		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2014-11-14 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2017-02-01.

Für **DIN EN 60793-1-20 (VDE 0888-220):2002-10** besteht eine Übergangsfrist bis 2017-11-14.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 60793-1-20 (VDE 0888-220):2013-11.

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.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 86A „Fibres and cables“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

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 60793-1-20 (VDE 0888-220):2002-10** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Inhaltliche Überarbeitung der gesamten Norm;
- b) Ergänzung von Betrachtungen zur Abtastung und Datenreduzierung;
- c) Reduzierung auf zwei Verfahren durch Entfernen von transversalen Interferenzen (früher **Anhang B**) und mechanischer Messung des Durchmessers (früher **Anhang D**);
- d) Überarbeitung der Beschreibung der Nahfeld-Brechungsmethode in **Anhang A**;
- e) Überarbeitung der Beschreibung der Nahfeld-Übertragungsmethode in **Anhang B** (früher **Anhang C**).

Frühere Ausgaben

DIN VDE 0472-211: 1985-01
DIN VDE 0472-212: 1986-08
DIN VDE 0472-213: 1992-08
DIN VDE 0472-214: 1987-10
DIN VDE 0472-221: 1985-01
DIN VDE 0472-222: 1986-08
DIN VDE 0472-251: 1985-01, 1990-05
DIN VDE 0472-252: 1985-01
DIN VDE 0472-253: 1985-01
DIN VDE 0472-254: 1985-01
DIN VDE 0472-255: 1987-12
DIN VDE 0472-256: 1989-02
DIN EN 188000 (VDE 0888-101): 1994-02
DIN EN 60793-1-20 (VDE 0888-220): 2002-10

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 60793-1-45	IEC 60793-1-45	DIN EN 60793-1-45 (VDE 0888-245)	VDE 0888-245
EN 60793-2-10	IEC 60793-2-10	DIN EN 60793-2-10 (VDE 0888-321)	VDE 0888-321
EN 60793-2-20	IEC 60793-2-20	DIN EN 60793-2-20 (VDE 0888-322)	VDE 0888-322
EN 60793-2-30	IEC 60793-2-30	DIN EN 60793-2-30 (VDE 0888-323)	VDE 0888-323
EN 60793-2-40	IEC 60793-2-40	DIN EN 60793-2-40 (VDE 0888-324)	VDE 0888-324
EN 60793-2-50	IEC 60793-2-50	DIN EN 60793-2-50 (VDE 0888-325)	VDE 0888-325
EN 60793-2-60	IEC 60793-2-60	DIN EN 60793-2-60 (VDE 0888-326)	VDE 0888-326
–	IEC 61745	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60793-1-45 (VDE 0888-245), *Lichtwellenleiter – Teil 1-45: Messmethoden und Prüfverfahren – Modenfelddurchmesser*

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

DIN EN 60793-2-20 (VDE 0888-322), *Lichtwellenleiter – Teil 2-20: Produktspezifikationen – Rahmenspezifikation für Mehrmodenfasern der Kategorie A2*

DIN EN 60793-1-20 (VDE 0888-220):2017-02

DIN EN 60793-2-30 (VDE 0888-323), *Lichtwellenleiter – Teil 2-30: Messmethoden und Prüfverfahren – Nachweis von Fehlern in Fasern*

DIN EN 60793-2-40 (VDE 0888-324), *Lichtwellenleiter – Teil 2-40: Produktspezifikationen – Rahmenspezifikation für Mehrmodenfasern der Kategorie A4*

DIN EN 60793-2-50 (VDE 0888-325), *Lichtwellenleiter – Teil 2-50: Produktspezifikationen – Rahmenspezifikation für Einmodenfasern der Kategorie B*

DIN EN 60793-2-60 (VDE 0888-326), *Lichtwellenleiter – Teil 2-60: Produktspezifikationen – Rahmenspezifikation für Einmodenfasern für interne Verbindungen der Kategorie C*

Deutsche Fassung

**Lichtwellenleiter –
Teil 1-20: Messmethoden und Prüfverfahren –
Fasergeometrie
(IEC 60793-1-20:2014)**

Optical fibres –
Part 1-20: Measurement methods and test
procedures –
Fibre geometry
(IEC 60793-1-20:2014)

Fibres optiques –
Partie 1-20: Méthodes de mesure et procédures
d'essai –
Géométrie de la fibre
(CEI 60793-1-20:2014)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2014-11-14 angenommen. CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC Management Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2014 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60793-1-20:2014 D

Vorwort

Der Text des Dokuments 86A/1562/CDV, zukünftige 1. Ausgabe der IEC 60793-1-20, erarbeitet vom SC 86A „Fibres and cables“ des IEC/TC 86 „Fibre optics“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 60793-1-20:2014 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2015-08-14
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2017-11-14

Dieses Dokument ersetzt **EN 60793-1-20:2002**.

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

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60793 1 20:2014 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung ist unter „Literaturhinweise“ zu der aufgelisteten Norm die nachstehende Anmerkung einzutragen:

IEC 60793-1-45 ANMERKUNG Harmonisiert als **EN 60793-1-45**.

Inhalt

Seite

Vorwort	2
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe und Symbole	7
4 Übersicht über die Verfahren	9
4.1 Allgemeines	9
4.2 Abtastung	10
4.2.1 Allgemeines	10
4.2.2 Fehlerquellen der eindimensionalen Abtastung	10
4.2.3 Mehrdimensionale Abtastung	11
4.3 Datenreduzierung	12
4.3.1 Einfache Kombination von wenigen Winkel-Abtastdatensätzen	12
4.3.2 Ellipsenanpassung über mehrere Winkel- oder Raster-Abtastdatensätze	12
5 Referenzprüfverfahren	12
6 Prüfgeräte	12
7 Probenahme und Prüflinge	12
7.1 Prüflingslänge	12
7.2 Prüflingsendfläche	12
8 Durchführung der Prüfungen	13
9 Berechnungen	13
10 Prüfergebnisse	13
11 Spezifikationsangaben	13
Anhang A (normativ) Besondere Anforderungen an Verfahren A – Nahfeld-Brechungsmethode	14
A.1 Einführende Bemerkungen	14
A.2 Prüfgeräte	14
A.2.1 Typische Anordnung	14
A.2.2 Quelle	14
A.2.3 Einkopplungsoptiken	14
A.2.4 XYZ-Positionierer (Abtast-Objekttisch)	15
A.2.5 Sperrscheibe	15
A.2.6 Sammeloptik und Empfänger	16
A.2.7 Rechnersystem	16
A.2.8 Flüssigkeitszelle	16
A.3 Probenahme und Prüflinge	16
A.4 Durchführung der Prüfung	16
A.4.1 Einlegen und Zentrieren der Faser	16

A.4.2	Linienabtastung	17
A.4.3	Rasterabtastung	17
A.4.4	Kalibrierung	17
A.5	Berechnung der Brechzahl	18
A.6	Berechnungen	19
A.7	Prüfergebnisse	19
Anhang B (normativ) Besondere Anforderungen an Verfahren B – Nahfeld-Übertragungsmethode		20
B.1	Einführende Bemerkungen	20
B.2	Prüfgeräte	20
B.2.1	Typische Anordnung	20
B.2.2	Lichtquellen	21
B.2.3	Faseraufnahme und Positionierungsgerät	22
B.2.4	Mantelmodenabstreifer	22
B.2.5	Empfänger	22
B.2.6	Vergrößerungsoptiken	23
B.2.7	Videobildmonitor (Graustufen-Prüfverfahren)	24
B.2.8	Datensystem	24
B.3	Probenahme und Prüflinge	24
B.4	Durchführung der Prüfung	25
B.4.1	Kalibrierung der Messeinrichtung	25
B.4.2	Messung	25
B.5	Berechnungen	26
B.6	Prüfergebnisse	26
Anhang C (normativ) Kantenerkennung und Erstellung der Kantentabelle		27
C.1	Einführende Bemerkungen	27
C.2	Bestimmung der Grenzfläche mit dem Entscheidungsebenen-Verfahren	27
C.2.1	Allgemeiner Ansatz	27
C.2.2	Referenzwert und Faktor k des Kerns einer Mehrmodenfaser der Kategorie A	28
C.2.3	Einmodenfasern der Kategorien B und C	29
C.2.4	Direkte Berechnung der 1-D-Geometriedaten	29
C.3	Zusammenführen der Rohdaten in Kantentabellen	29
C.3.1	Allgemeines	29
C.3.2	Kantentabellen aus Raster-Datensätzen	30
C.3.3	Kantentabellen aus 1-D-Abtastungen mit mehreren Winkeleinstellungen	31
Anhang D (normativ) Kantentabelle zur Ellipsenanpassung und Filterung		32
D.1	Einleitung	32
D.2	Allgemeine Ausführungen zur Ellipsenanpassung	32
D.3	Filtern der Kantentabelle	33
D.4	Extraktion der geometrischen Parameterdaten	34

Anhang E (informativ) Anpassungsverfahren der Nahfelddaten des Kerns einer Faser der Kategorie A1 an ein Potenzgesetz-Modell	35
E.1 Einführende Bemerkungen	35
E.2 Vorbehandlung der Daten zur Anpassung	35
E.2.1 Motivation	35
E.2.2 Transformation eines zweidimensionalen Abbilds auf ein eindimensionales radiales Nahfeld	35
E.2.3 Aufbereitung eindimensionaler Nahfelddaten	38
E.2.4 Grundliniensubtraktion	40
E.3 Anpassung einer Potenzfunktion an ein Nahfeldprofil einer Faser der Kategorie A1	40
Anhang F (informativ) Abbildung der Messungen des Kerndurchmessers einer Faser der Kategorie A	42
F.1 Einführende Bemerkung	42
F.2 Abbildungsfunktion	42
Literaturhinweise	43
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	44
Bilder	
Bild 1 – Abtasten entlang einer Sehne	10
Bild 2 – Abtastung eines unrundern Objektes	11
Bild A.1 – Nahfeld-Brechungsmethode – Zelle	15
Bild A.2 – Typische Anordnung der Geräte	15
Bild A.3 – Typische Abtastkurve des Brechzahlprofils einer Faser der Kategorie A1	18
Bild A.4 – Typisches Brechzahlprofil einer Faser der Kategorie A1	18
Bild B.1 – Typischer Aufbau für das Graustufen-Prüfverfahren	20
Bild B.2 – Typischer Aufbau für das mechanische Abtastprüfverfahren	21
Bild B.3 – Typische 1-D-Nahfeldabtastung des Kerns einer Faser der Kategorie A1	25
Bild B.4 – Typische Nahfelddaten einer Faser der Kategorie A1	26
Bild C.1 – Typischer eindimensionaler Datensatz, ausschließlich des Mantels	28
Bild C.2 – Typisches Gradientenindexprofil	28
Bild C.3 – Raster-Datensatz, ausschließlich des Mantels	30
Bild E.1 – Konzept der Filterung	37
Bild E.2 – Darstellung der 1-D-Nahfelddatenvorbehandlung, typische Bildzeile	39

Einleitung

Diese Norm enthält zwei Verfahren für die Messung von Kennwerten der Fasergeometrie:

- Verfahren A: Nahfeld-Brechungsmethode, beschrieben in [Anhang A](#);
- Verfahren B: Nahfeld-Übertragungsmethode, beschrieben in [Anhang B](#).

Die Verfahren A und B werden für die Messungen der Fasergeometrie von allen Mehrmodenfasern der Kategorie A, Einmodenfasern der Kategorie B und Anschlussfasern der Kategorie C angewandt. (Die für die Fasern geltenden Produktspezifikationen [IEC 60793-2-10](#), [IEC 60793-2-20](#), [IEC 60793-2-30](#), [IEC 60793-2-40](#), [IEC 60793-2-50](#) und [IEC 60793-2-60](#) enthalten nähere Informationen zu den entsprechenden Messungen, einschließlich der Probenlängen und k -Faktoren.)

Die mit den in dieser Norm beschriebenen Methoden messbaren geometrischen Parameter sind:

- Manteldurchmesser;
- Mantelunrundheit;
- Kerndurchmesser (nur für Fasern der Klasse A);
- Kernunrundheit (nur für Fasern der Klasse A);
- Kern-Mantel-Konzentritätsfehler.

ANMERKUNG 1 Der Kerndurchmesser der Fasern der Kategorien B und C ist nicht festgelegt. Der äquivalente Parameter ist der nach [IEC 60793-1-45](#) ermittelte Modenfelddurchmesser.

ANMERKUNG 2 Diese Methoden gelten für die eindimensionale (1-D) und zweidimensionale (2-D) Erfassung von Daten und Datenanalysen. Mit der 1-D-Methode allein kann weder die Unrundheit noch der Konzentritätsfehler ermittelt werden. Wenn unrunde Objekte mit der 1-D-Methode gemessen werden, ergeben sich für deren Durchmesser zusätzliche Ungenauigkeiten. Diese Nachteile können durch Abtastung und Analyse mehrerer 1-D-Datensätze umgangen werden. Siehe [Abschnitt 5](#) für weitere Informationen.

Allgemeine Informationen für beide Methoden sind in den [Abschnitten 2 bis 10](#) enthalten, und Informationen, die speziell eine Methode betreffen, sind jeweils in den [Anhängen A und B](#) aufgeführt. [Anhang C](#) beschreibt normative Verfahren, welche die optischen Grenzen des Kerns und des Mantels ermitteln, [Anhang D](#) beschreibt normative Verfahren, um die Ellipsen aus den erkannten Grenzwerten anzupassen. [Anhang E](#) enthält ein informatives Anpassungsverfahren von Potenzgesetz-Modellen für Querschnitte des Gradientenindex-Faserkerns. [Anhang F](#) beschreibt eine informative Methodik zur Umwandlung der Messwerte der Kerndurchmesser, die mit anderen Methoden als der Referenzmethode ermittelt wurden, um sie an die mit der Referenzmethode bestimmten Werte anzunähern.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 60793 legt einheitliche Anforderungen für die Messung der geometrischen Kennwerte von unbeschichteten Lichtwellenleitern fest.

Die geometrischen Kennwerte von unbeschichteten Lichtwellenleitern haben eine unmittelbare Wirkung auf das Spleißen, Versehen mit Steckverbindern und die Verkabelung und sind somit grundlegende Parameter, die eine sorgfältige Spezifikation sowie Qualitätskontrolle und damit genaue Messungen erfordern.

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

IEC 60793-2-20, *Optical fibres – Part 2-20: Product specifications – Sectional specification for category A2 multimode fibres*

IEC 60793-2-30, *Optical fibres – Part 2-30: Product specifications – Sectional specification for category A3 multimode fibres*

IEC 60793-2-40, *Optical fibres – Part 2-40: Product specifications – Sectional specification for category A4 multimode fibres*

IEC 60793-2-50, *Optical fibres – Part 2-50: Product specifications – Sectional specification for class B single-mode fibres*

IEC 60793-2-60, *Optical fibres – Part 2-60: Product specifications – Sectional specification for category C single-mode intraconnection fibres*

IEC 61745, *End-face image analysis procedure for the calibration of optical fibre geometry test sets*

3 Begriffe und Symbole

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1.1

Objekt

allgemeiner Begriff für einen Gegenstand, dessen Geometrie gemessen wird (d. h. Mantel oder Kern)

3.1.2

Bezugspunkt

feste Koordinate in der Abtastebene

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Punkt ist beliebig (d. h. die untere linke Ecke eines Videobilds oder die ungefähre Mitte der Faser, nachdem diese in einer Abtasteinrichtung positioniert wurde).

3.1.3

Mitte

auf den Bezugspunkt bezogene Objektmitte in der Messebene, angegeben in Mikrometer

3.1.4

Durchmesser

mittlerer Durchmesser eines annähernd runden Objektes in Mikrometer

3.1.5

Unrundheit

in Prozent angegebene Differenz zwischen der größten und der kleinsten radialen Abweichung von der Objektmitte, normalisiert zum Objektdurchmesser

3.1.6

Konzentritätsfehler

skalare Entfernung zwischen zwei Objektmitten in Mikrometer

3.1.7

Abtastung

Begriff für die Erfassung von Daten entlang einer Achse der kartesischen Koordinatenebene bei einer festen Winkelorientierung und einem festen Versatz vom Bezugspunkt

3.1.8

Abtastdatensatz oder Datensatz

ein oder mehrere zusammengefasste Abtastvorgänge zum Bestimmen der Fasergeometrie

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Datensatz kann aus einem Abtastvorgang (siehe Einschränkungen unten), einer Reihe von Abtastvorgängen mit unterschiedlichen Winkelstellungen zur Faser oder einer Rasterabtastung (wie ein Videobild) gebildet werden.

3.1.9

Kantentabelle

eine Gruppe von Zahlenpaaren, die einen Datensatz von Punkten in der Abtastebene bildet, der eine geschlossene Kurvenlinie der Abgrenzung zwischen Mantel und umgebendem Medium (Mantelkantentabelle) oder zwischen Kern und Mantel (der Kernkantentabelle) definiert

3.1.10

Ellipsenmodell

Ellipsenanpassung

entsprechend einer Kantentabelle am besten angepasste Ellipse

3.2 Symbole

Die nachstehend definierten Symbole werden verwendet, um verschiedene Aspekte eines abgetasteten Datensatzes anzuzeigen. Die Abtastvorgänge können eindimensionale oder zweidimensionale Rasterabtastungen (mit orthogonal in einer kartesischen Ebene liegenden Abtastachsen) oder eine Reihe von eindimensionalen Abtastvorgängen bei bestimmten Winkeln sein.

i Der Index wird für die Abtastachse oder die „schnelle“ Achse bei der Rasterabtastung verwendet.

j Der Index wird für die „langsame“ Achse bei der Rasterabtastung verwendet.

k Der Index wird für den Winkel in einem Abtastdatensatz mit mehreren Winkeln verwendet.

I Datensatz aus einem eindimensionalen oder zweidimensionalen Abtastvorgang. Die Daten können Nahfeld-Intensitätsdaten (aus Verfahren B) oder die Brechzahl (Verfahren A) sein; in dieser Norm wird hierbei kein Unterschied gemacht, da beide Datentypen Zwischenergebnisse sind, die weiter analysiert werden, um daraus die Fasergeometrie zu bestimmen. Ein einzelner Bezugswert aus einem Satz wird entsprechend der Art des Datensatzes durch einen Index angezeigt: I_i für den *i*-ten Punkt der Abtastung in einem einzelnen Abtastdatensatz; $I_{j,i}$ für einen Raster-Datenpunkt bei der *j*-ten Stelle auf der langsamen Achse und der *i*-ten Position auf der schnellen Achse; $I_{k,i}$ für den *i*-ten Punkt beim *k*-ten Winkel.

- x Positionsdaten des Satzes in Mikrometer. Für einen einzelnen Abtastdatensatz ist die Bedeutung von x offensichtlich. Für einen Raster-Abtastdatensatz oder bei mehreren Winkeleinstellungen bezieht sich x auf die Positionsdaten der „schnellen“ Achse (Raster) oder die Abtastpositionen (für jeden Winkel). (Raster-Abtastdatensätze, deren einzelne Linien unterschiedliche Positionen auf der schnellen Achse oder mehrere Winkeleinstellungen haben, bei denen jeder Winkel einen anderen Satz von Positionen verwendet, sind in dieser Norm zulässig, wobei diese Komplikation aber in der folgenden analytischen Betrachtung nicht beachtet wird.)
- y Die Positionsdaten der Rasterlinien (Positionen der langsamen Achse) in einem Raster-Abtastdatensatz in Mikrometer.
- φ Die Winkel bei einem Abtastsatz mit mehreren Winkeleinstellungen. Der k -te Winkel wird durch einen Index angegeben: φ_k .
- nS Die Anzahl der Punkte einer einzelnen Abtastung. Im Falle eines Raster-Abtastdatensatzes bezieht sich nS auf die Anzahl der Punkte entlang der schnellen Achse. In einem Abtastdatensatz mit mehreren Winkeln steht nS für die Anzahl der Punkte in jedem Abtastvorgang. (Die Nomenklatur dieser Norm ignoriert Fälle, in denen die Anzahl der Punkte zwischen Rasterlinien und Winkeln variiert, obwohl solche Datensätze zulässig sind.)
- nR Die Anzahl der Rasterzeilen (langsame Achse) in einem Raster-Datensatz.
- $n\varphi$ Die Anzahl der Winkel bei einem Abtastsatz mit mehreren Winkeleinstellungen.
- ANMERKUNG Die folgenden Symbole werden verwendet, um eine Kantentabelle darzustellen.
- X, Y Eine Reihe von Punkten in der XY -Abtastebene der Faser, die ein Objekt von der Umgebung abgrenzt.
- n_e Die Anzahl der Kantenpunkte in einer Kantentabelle.

4 Übersicht über die Verfahren

4.1 Allgemeines

Im Wesentlichen beschreiben die in dieser Norm aufgeführten Verfahren (A oder B) die Möglichkeiten, ein Abbild der Faser in einer Ebene senkrecht zur Achse ihrer Ausbreitungsrichtung anzufertigen. Das entstandene Abbild wird dann weiter analysiert (wie in den [Anhängen C, D und E](#) beschrieben), um es darauf zu reduzieren, die Fasergeometrie darzustellen. Mit den Verfahren A und B können Bilder erzeugt werden, die eindimensional (das heißt, nur entlang einer Achse in der Ebene des Bildes) oder zweidimensional sind. Es ist offensichtlich, dass ein zweidimensionales Bild mehr Informationen liefert und auf diese Weise erzeugte Bilder vollständigere geometrische Informationen enthalten; so kann weder die Unrundheit eines Objektes aus einer eindimensionalen Abtastung ermittelt noch der Konzentritätsfehler mit Sicherheit bestimmt werden.

Die Bildanalyse besteht aus zwei Schritten. Der erste Schritt ist, zu quantifizieren, wo im Bild sich das Objekt abgrenzt (siehe [Anhang C](#)). Im zweiten Schritt werden diese Punkte der Objektgrenze auf ein oder mehrere geometrische Parameter reduziert: Durchmesser, Unrundheit und Mitte (wenn sowohl der Mantel als auch der Kern gemessen und ihre Mitten ermittelt werden, dann kann auch der Konzentritätsfehler bestimmt werden). [Anhang D](#) beschreibt Verfahren, die sowohl auf den Mantel als auch auf den Kern aller Faserarten angewandt werden können, und [Anhang E](#) beschreibt ein Verfahren, das für den Kern von Fasern der Kategorie A zutrifft.

Diese Norm behandelt verschiedene Anforderungen und erlaubt eine Reihe von Ansätzen für die Erfassung der Daten und deren Reduktion. Die spezifischen Einschränkungen und die Anwendung dieser Ansätze werden nachfolgend erörtert.

4.2 Abtastung

4.2.1 Allgemeines

Wie zuvor erwähnt, hat das Abtasten eines zweidimensionalen Objekts in nur einer Dimension seine Grenzen. Ideale Fasern sind kreisrund und Kern und Mantel sind konzentrisch; reale Fasern sind unrund und haben Konzentritätsfehler. Unrundheit und Konzentrität können nicht durch einen eindimensionalen Abtastvorgang gemessen werden, ebenso kann eine eindimensionale Abtastung den durchschnittlichen Durchmesser eines kreisförmigen Objekts unter- oder überschätzen. Eindimensionale Abtastung kann für Fasern praktisch sein, deren Unrundheit und Konzentritätsfehler dafür bekannt sind, dass sie gering sind; des Weiteren werden eindimensionale Abtastvorgänge häufig verwendet, um den Kerndurchmesser der Fasern der Kategorie A zu bestimmen.

4.2.2 Fehlerquellen der eindimensionalen Abtastung

4.2.2.1 Abtastung entlang einer Sehne

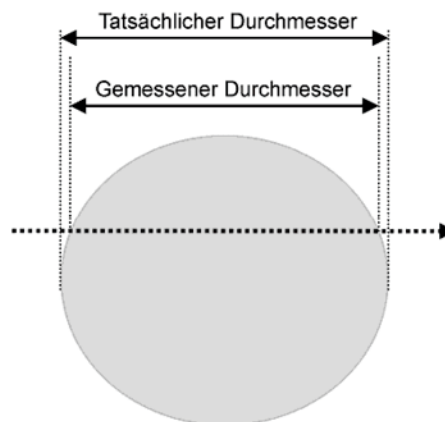


Bild 1 – Abtasten entlang einer Sehne

Bild 1 zeigt den Fehler, der auftritt, wenn die Abtastachse nicht kollinear zur Mitte des Objekts ist. Sofern die Abtastachse die Objektmitte verfehlt, wird der Objektdurchmesser unterschätzt. Dies ist ein Fehler zweiter Ordnung.

4.2.2.2 Abtastung von unrundern Objekten

Bei der eindimensionalen Abtastung wird die Form eines unrundern Objekts nicht vollständig dargestellt. Beim eindimensionalen Abtasten eines Objekts wird in der Regel der durchschnittliche Durchmesser des Objekts unter- oder überschätzt. Man könnte davon ausgehen, dass dieses Problem durch Abtasten des Objekts in zwei orthogonalen Richtungen (d. h. X und Y) behoben wäre. Dies ist jedoch nicht ausreichend, siehe [Bild 2](#).

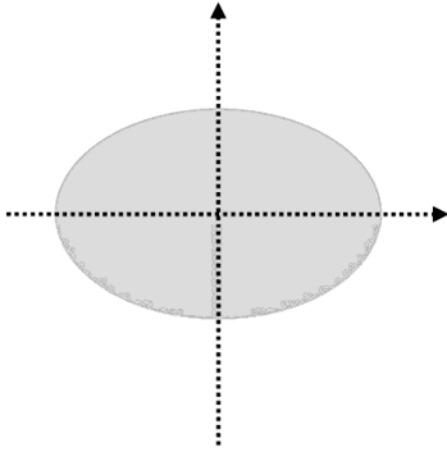


Bild 2a – Außendurchmesser

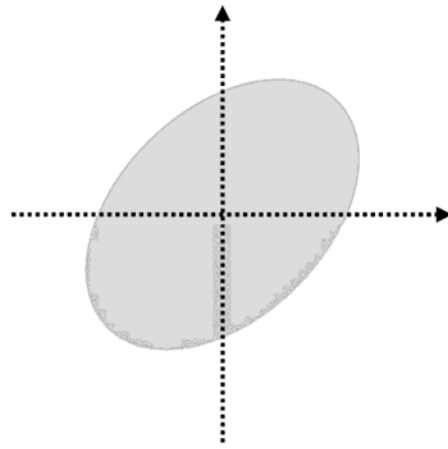


Bild 2b – Mittlerer Durchmesser

Bild 2 – Abtastung eines unrunder Objektes

Bild 2 veranschaulicht Fehler, die auftreten, wenn ein elliptisches Objekt entlang einer oder zweier Achsen abgetastet wird. Im Beispiel mit dem „Außendurchmesser“ (Bild 2a) wird der größere Durchmesser der Ellipse an der X -Achse ausgerichtet. Dieser Fall des Abtastens nur entlang von X führt zur Überschätzung des mittleren Objektdurchmessers; die Tatsache, dass das Objekt unrund ist, wird nicht erfasst (ebenso beim Abtasten des Objekts nur entlang von Y , wobei der Objektdurchmesser unterschätzt wird). Wenn in dieser Ausrichtung das Objekt entlang beider Achsen abgetastet wird, kann das Objekt vollständig erfasst werden: Sowohl sein mittlerer Durchmesser als auch die Unrundheit werden erkannt. Im Fall „Mittlerer Durchmesser“ (Bild 2b) ergibt das Abtasten entlang der beiden Achsen jedoch den gleichen, etwa richtigen Durchmesser für beide Achsen; wenn beide Achsen abgetastet werden scheint es, dass das Objekt vollkommen kreisförmig ist. Die Analyse einer Abtastung mit $\pm 45^\circ$ ergibt die Unrundheit und den richtigen Durchmesser, es gibt jedoch keine Möglichkeit, die richtige Winkelstellung des Abtastens im Voraus zu bestimmen. Bei einer anderen Ausrichtung als mit -45° und $+45^\circ$ wird der mittlere Durchmesser des Objekts korrekt gemessen, aber die Rundheit des Objekts wird unterschätzt.

4.2.2.3 Unbestimmte Konzentrität

Wenn entlang einer einzelnen Achse abgetastet wird, kann die Mitte des Kerns relativ zur Mantelmitte nicht erkannt werden. Das Abtasten entlang zweier orthogonaler Achsen kann eine vernünftige Schätzung der Kernmitte erbringen. Diese Schätzung verschlechtert sich, wenn der Kern entlang einer Sehne weit von der Kernmitte entfernt abgetastet wird. Sofern der Kern wesentlich kleiner ist als der Mantel und die Unrundheit erheblich ist, können ein oder mehrere Abtastvorgänge den Kern vollständig verfehlen.

4.2.3 Mehrdimensionale Abtastung

4.2.3.1 Abtastung bei mehreren Winkelstellungen

Wie in 5.2.2.2 und 5.2.2.3 erwähnt, kann die Schätzung der Fasergeometrie durch das Abtasten entlang zweier orthogonaler Achsen verbessert werden. Abtastvorgänge über mehr als zwei Winkel (z. B. 0° , 45° , 90° und 135°) können diese Bewertung weiter verbessern. Das Erfassen der Daten bei mehreren Winkelstellungen kann durch Drehen der Faser im Spannfutter oder, wenn die Abtasteinrichtung so ausgelegt ist, durch deren Mechanik selbst erreicht werden. Zu beachten ist, dass die Abtastungen bei allen Winkeln einen einzigen Bezugsrahmen (einen gemeinsamen Koordinatensprung) haben müssen, da sonst Fehler auftreten.

4.2.3.2 Rasterabtastung

Wenn die Abtasteinrichtung in der Lage ist, Bewegungen entlang zweier orthogonaler Achsen durchzuführen, ist es möglich, mit Durchführen einer Rasterabtastung ein zweidimensionales Bild der Faser zu erstellen.