

DIN EN ISO 527-4



ICS 83.120

Einsprüche bis 2023-03-06
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 527-4:2022-03

Entwurf

**Kunststoffe –
Bestimmung der Zugeigenschaften –
Teil 4: Prüfbedingungen für isotrop und anisotrop faserverstärkte
Kunststoffverbundwerkstoffe (ISO/FDIS 527-4:2022);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 527-4:2022**

Plastics –

Determination of tensile properties –

Part 4: Test conditions for isotropic and orthotropic fibre-reinforced plastic composites
(ISO/FDIS 527-4:2022);

German and English version prEN ISO 527-4:2022

Plastiques –

Détermination des propriétés en traction –

Partie 4: Conditions d'essai pour les composites plastiques renforcés de fibres isotropes et
orthotropes (ISO/FDIS 527-4:2022);

Version allemande et anglaise prEN ISO 527-4:2022

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-01-06 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 von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe 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 fnk@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Kunststoffe (FNK), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

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 70 Seiten

DIN-Normenausschuss Kunststoffe (FNK)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 527-4:2022) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61 „Plastics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 249 „Kunststoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NBN (Belgien) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 054-02-02 AA „Verstärkte Kunststoffe und härtbare Harze“ im DIN-Normenausschuss Kunststoffe (FNK).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 527-1:2019	siehe	DIN EN ISO 527-1:2019-12
ISO 527-2	siehe	DIN EN ISO 527-2
ISO 527-5	siehe	DIN EN ISO 527-5
ISO 2818	siehe	DIN EN ISO 2818
ISO 3534-1	siehe	DIN EN ISO 3534-1
ISO 16012	siehe	DIN EN ISO 16012
ISO 5725-2	siehe	DIN ISO 5725-2

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 527-4:2022-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) in Anhang D wurde die Verweisung auf Bild A.1 in Bild D.1 korrigiert;
- b) redaktionelle Überarbeitung.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 527-1:2019-12, *Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften — Teil 1: Allgemeine Grundsätze (ISO 527-1:2019) Deutsche Fassung EN ISO 527-1:2019*

DIN EN ISO 527-2, *Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften — Teil 2: Prüfbedingungen für Form- und Extrusionsmassen*

DIN EN ISO 527-5, *Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften — Teil 5: Prüfbedingungen für unidirektional faserverstärkte Kunststoffverbundwerkstoffe*

DIN EN ISO 2818, *Kunststoffe — Herstellung von Probekörpern durch mechanische Bearbeitung*

DIN EN ISO 3534-1, *Statistik — Begriffe und Formelzeichen — Teil 1: Wahrscheinlichkeit und allgemeine statische Begriffe*

DIN EN ISO 16012, *Kunststoffe — Bestimmung der linearen Maße von Probekörpern*

DIN ISO 5725-2, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen — Teil 2: Grundlegende Methode für die Ermittlung der Wiederhol- und Vergleichpräzision eines vereinheitlichten Messverfahrens*

– Leerseite –

Kunststoffe – Bestimmung der Zugeigenschaften – Teil 4: Prüfbedingungen für isotrop und anisotrop faserverstärkte Kunststoffverbundwerkstoffe (ISO/FDIS 527-4:2022)

Plastics – Determination of tensile properties – Part 4: Test conditions for isotropic and orthotropic fibre-reinforced plastic composites (ISO/FDIS 527-4:2022)

Plastiques – Détermination des propriétés en traction – Partie 4: Conditions d'essai pour les composites plastiques renforcés de fibres isotropes et orthotropes (ISO/FDIS 527-4:2022)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Kurzbeschreibung	11
5 Prüfeinrichtung	11
6 Probekörper	12
6.1 Form und Maße	12
6.2 Vorbereitung der Probekörper	16
6.2.1 Allgemeines	16
6.2.2 Krafteinleitungselemente für Probekörper des Typs 3	16
6.2.3 Aufbringen der Krafteinleitungselemente für Probekörper des Typs 3	16
6.3 Messmarken	16
6.4 Kontrolle der Probekörper	17
6.5 Anisotropie	17
7 Anzahl der Probekörper	17
8 Konditionierung	17
9 Durchführung	17
9.1 Prüfklima	17
9.2 Messung der Maße der Probekörper	17
9.3 Einspannen	17
9.4 Vorspannungen	18
9.5 Anbringen der Extensometer, Dehnungsmessstreifen und Messmarken	18
9.6 Prüfungsgeschwindigkeit	18
9.6.1 Für Probekörper des Typs 1B	18
9.6.2 Für Probekörper des Typs 2, Typs 3 und Typs 4	18
9.7 Aufzeichnung der Daten	18
10 Berechnung und Auswertung der Ergebnisse	18
10.1 Berechnung aller Eigenschaften für Probekörper mit parallelen Kanten	18
10.2 Bruchstellenbezogene Berechnung der Zugfestigkeit für Probekörper des Typs 4	18
11 Präzision	18
12 Prüfbericht	18
Anhang A (informativ) Ausrichtung der Probekörper	20
Anhang B (informativ) Prüfung mit taillierter Zugprobekörper-Geometrie ohne Krafteinleitungselemente (Probekörper vom Typ 4)	22
B.1 Einleitung	22
B.2 Geometrie des Probekörpers vom Typ 4	22
B.3 Vergleich zwischen der Geometrie des Typs 3 und Typs 4	23
Anhang C (informativ) Unverklebte Krafteinleitungselemente oder Klemmzustand ohne Krafteinleitungselemente mittels feinbearbeiteter Klemmflächen	25
C.1 Einleitung	25
C.2 Probekörper	25
C.3 Unverklebte Krafteinleitungselemente	25
C.4 Klemmzustand ohne Krafteinleitungselemente mittels feinbearbeiteter Klemmflächen	25
C.5 Vergleich der Klemmbedingungen	26
Anhang D (normativ) Probenvorbereitung für Typ 2 und Typ 3	28
D.1 Mechanische Bearbeitung der Probekörper	28
D.2 Herstellung der Probekörper mit aufgeklebten Krafteinleitungselementen	28

Anhang E (normativ) Bruchstellenbezogene Berechnung der Zugfestigkeit für Probekörper des Typs 4	30
E.1 Bestimmung der Bruchstelle u_F innerhalb des Probekörpers	30
E.2 Berechnung des Bruch-Querschnittsverhältnisses c_{Fr}	31
E.3 Berechnung der Zugfestigkeit σ_m	31
E.4 Bestimmung der Zugdehnung an der Bruchposition $u_F > 0$	32
Literaturhinweise	34

Bilder

Bild 1 — Spannungs-Dehnungs-Kurve	10
Bild 2 — Symmetrieachsen eines faserverstärkten Kunststoffverbundwerkstoffs	11
Bild 3 — Probekörper vom Typ 1B	13
Bild 4 — Probekörper vom Typ 2 und Typ 3	14
Bild 5 — Probekörper vom Typ 4	15
Bild 6 — Positionen der Hilfsmarken	16
Bild A.1 — Beispiel eines standardmäßigen Ausricht-Messnormal mit 12 Dehnungsmessstreifen und wechselbaren Krafteinleitungselementen	20
Bild C.1 — Vergleich der maximalen Spannung (Festigkeit) beim Bruch des Probekörpers	27
Bild D.1 — Plattenfeld für die Probekörpervorbereitung	29
Bild E.1 — Bestimmung der Bruchstelle u_F innerhalb des Probekörpertyps 4	30
Bild E.2 — Bruch-Querschnittsverhältnis c_{Fr} des Probekörpertyps 4	31
Bild E.3 — Bestimmung der Zugdehnung an der Bruchposition mittels der σ - ε -Kurvendaten der Bezugsfläche für den Probekörpertyp 4	33

Tabellen

Tabelle B.1 — In der Forschung geprüfte Werkstoffe	23
Tabelle B.2 — Präzisionsdaten des Ringversuchs mit 5 teilnehmenden Laboratorien	24
Tabelle C.1 — Für die Bewertung verwendeter Werkstoff	26
Tabelle C.2 — Vergleich der Prüfverfahren für unverklebte Krafteinleitungselemente (Schmirgelpapier) und Klemmzustand ohne Krafteinleitungselemente mittels feinbearbeiteter Klemmflächen	26

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 527-4:2022) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61 „Plastics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 249 „Kunststoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NBN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 527-4:2021 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/FDIS 527-4:2022 wurde von CEN als prEN ISO 527-4:2022 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumententypen beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61, *Plastics*, Unterkomitee SC 13, *Composites and reinforcement fibres* in Zusammenarbeit mit dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Technisches Komitee CEN/TC 249, *Kunststoffe*, in Übereinstimmung mit der Vereinbarung zur technischen Zusammenarbeit zwischen ISO und CEN (Wiener Vereinbarung) erarbeitet.

Diese dritte Ausgabe ersetzt die zweite Ausgabe (ISO 527-4:2021), die geringfügig geändert wurde.

Die wesentlichen Änderungen sind folgende:

- die Symbole in Bild 1 und Bild 5 wurden aktualisiert, um mit dem Text übereinzustimmen;
- die Symbole in Tabelle B.2 wurden wegen der Konsistenz aktualisiert (Großbuchstaben zu Kleinbuchstaben);
- die Symbole in Anhang E wurden wegen der Konsistenz aktualisiert (Großbuchstaben zu Kleinbuchstaben);
- in den Literaturhinweisen wurde eine Verweisung hinzugefügt.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 527 kann auf der ISO Internetseite abgerufen werden.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

Dieses Dokument führt einen neuen Probekörper vom Typ 4 mit einer taillierten Geometrie zur Verwendung ohne Krafteinleitungselemente ein. Die Geometrie wurde entwickelt, um Schwierigkeiten beim Kleben von Probekörpern mit Krafteinleitungselementen zu überwinden, insbesondere beim Prüfen von Werkstoffen auf Basis einer thermoplastischen Matrix.

Außerdem wurde ein Leitfaden zum Klemmen einschließlich der Klemmflächengestaltung ergänzt.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Prüfbedingungen für die Bestimmung der Zugeigenschaften von isotropen und anisotropen faserverstärkten Kunststoffverbundwerkstoffen auf der Basis der allgemeinen Grundsätze aus ISO 527-1 fest.

ANMERKUNG 1 Unidirektional verstärkte Werkstoffe werden in ISO 527-5 behandelt.

Die Verfahren werden verwendet, um das Zugverformungsverhalten von Probekörpern zu untersuchen und die Zugfestigkeit, den Zugmodul, die Poissonzahlen und andere Gesichtspunkte der Zugspannungs-Dehnungs-Beziehung unter festgelegten Bedingungen zu ermitteln.

Das Prüfverfahren ist für Anwendung bei den folgenden Werkstoffen geeignet:

- thermoplastische und duroplastische (wärmehärtbare) Verbundwerkstoffe mit nicht-unidirektionalen Verstärkungen, wie Matten, Gewebe, Rovinggewebe, geschnittene Fasern, Kombinationen derartiger Verstärkungen, Mischverstärkungen, Rovings, Kurzfasern oder gemahlene Fasern oder vorimprägnierte Werkstoffe (Prepregs);

ANMERKUNG 2 Spritzgegossene Probekörper werden in ISO 527-2 behandelt.

- Kombinationen der vorstehend genannten Werkstoffe mit unidirektionalen Verstärkungen und multidirektionale verstärkte Werkstoffe, die aus unidirektionalen Schichten aufgebaut sind, vorausgesetzt, derartige Schichtwerkstoffe (Laminate) sind symmetrisch;

ANMERKUNG 3 Werkstoffe mit ausschließlich oder überwiegend unidirektionalen Verstärkungen werden in ISO 527-5 behandelt.

- Fertigerzeugnisse aus den vorstehend genannten Materialien.

Die berücksichtigten Verstärkungen schließen Glasfasern, Kohlenstofffasern, Aramidfasern und andere ähnliche Fasern ein.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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).

ISO 527-1:2019, *Plastics — Determination of tensile properties — Part 1: General principles*

ISO 1268 (alle Teile), *Fibre-reinforced plastics — Methods of producing test plates*

ISO 2818, *Plastics — Preparation of test specimens by machining*

ISO 16012, *Plastics — Determination of linear dimensions of test specimens*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1

Messlänge

L_0

anfänglicher Abstand zwischen den Messmarken auf dem mittleren Teil des Probekörpers

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird in Millimeter (mm) angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Werte für die Messlänge, die für die einzelnen Probekörpertypen in den anderen Teilen von ISO 527 angegeben werden, stellen die jeweils anzuwendende maximale Messlänge dar.

[QUELLE: ISO 527-1:2019, 3.1]

3.2

Dicke

h

kleineres Maß der rechteckigen Querschnittsfläche im mittleren Teil eines Probekörpers

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird in Millimeter (mm) angegeben.

[QUELLE: ISO 527-1:2019, 3.2]

3.3

Breite

b

größeres Maß der rechteckigen Querschnittsfläche im mittleren Teil eines Probekörpers

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird in Millimeter (mm) angegeben.

[QUELLE: ISO 527-1:2019, 3.3]

3.4

Prüfgeschwindigkeit

v

Geschwindigkeit, mit der sich die Einspannklemmen voneinander entfernen

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird in Millimeter je Minute (mm/min) angegeben.

[QUELLE: ISO 527-1:2019, 3.5]

3.5

Zugspannung

σ

Normalkraft je Einheit der Anfangsquerschnittsfläche innerhalb der *Messlänge* (3.1)

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird in Megapascal (MPa) angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Um diese Spannung von der wahren, auf den tatsächlichen momentanen Querschnitt des Probekörpers bezogenen Spannung zu unterscheiden, wird sie häufig als „technische Spannung“ bezeichnet.

Anmerkung 3 zum Begriff: σ ist für Probekörper der Richtung „1“ als σ_1 und für Probekörper der Richtung „2“ als σ_2 definiert (siehe 3.9 und Bild 2 für die Definition dieser Richtungen).

[QUELLE: ISO 527-1:2019, 3.6, modifiziert — Bereich „<Technik>“ und Anmerkung 3 zum Begriff wurden hinzugefügt.]

3.5.1

Zugfestigkeit

σ_m

Spannungsmaximum im Verlauf des Zugversuchs

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird in Megapascal (MPa) angegeben.

[QUELLE: ISO 527-1:2019, 3.6.2]

3.6

Zugdehnung

ε

Verlängerung je Einheit der ursprünglichen Messlänge

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird als dimensionsloses Verhältnis oder in Prozent (%) angegeben.

[QUELLE: ISO 527-1:2019, 3.7]

3.6.1

Zugdehnung bei Zugfestigkeit Bruchdehnung

ε_m

Dehnung, die auftritt, wenn die *Zugfestigkeit* (3.5.1) erreicht ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird als dimensionsloses Verhältnis oder in Prozent (%) angegeben.

[QUELLE: ISO 527-1:2019, 3.7.3]

3.7

Zugmodul

Elastizitätsmodul unter Zugbeanspruchung

E_t

Steigung der Spannungs-/Dehnungskurve $\sigma(\varepsilon)$ im Dehnungsintervall $\varepsilon_1 = 0,05 \%$ und $\varepsilon_2 = 0,25 \%$

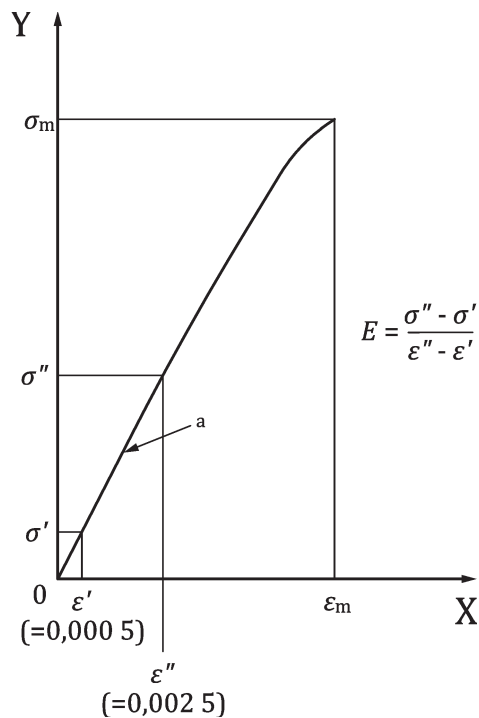
Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird in Megapascal (MPa) angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Entweder errechnet als Sekantensteigung oder nach der Methode der kleinsten Fehlerquadrate als Steigung der Regressionsgeraden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Diese Definition gilt nicht für Folien.

Anmerkung 4 zum Begriff: Siehe Bild 1.

[QUELLE: ISO 527-1:2019, 3.9]



Legende

X Zugdehnung ϵ
Y Zugspannung σ
a Steigung E

Bild 1 — Spannungs-Dehnungs-Kurve

3.8

Poissonzahl

μ
negativer Quotient aus der Dehnungsänderung $\Delta\epsilon_n$ in einer der beiden senkrecht zur Zugrichtung liegenden Achsen und der entsprechenden Dehnungsänderung $\Delta\epsilon_l$ in Zugrichtung, gemessen innerhalb des linearen Anfangsteils der Querdehnungs-/Längsdehnungskurve

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird als dimensionsloses Verhältnis angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Da die Dehnungsänderung $\Delta\epsilon_n$ in der Querrichtung ein negativer Wert und die Dehnungsänderung $\Delta\epsilon_l$ in Längsrichtung ein positiver Wert ist, ist die Poissonzahl, wie in ISO 527-1:2019, 3.10 angegeben, ein positiver Wert.

[QUELLE: ISO 527-1:2019, 3.10]

3.9

Koordinatenachsen des Probekörpers

1, 2, 3

Achsen, wobei die Richtung „1“ gewöhnlich in Form eines Merkmals definiert ist, das mit der Materialstruktur oder dem Herstellungsprozess zusammenhängt, wie die Längsrichtung bei der Herstellung von Bahnen (siehe Bild 2), und die Richtung „2“ senkrecht zur Richtung „1“ verläuft

Anmerkung 1 zum Begriff: Richtung „1“ wird auch als 0°- oder Längsrichtung und Richtung „2“ als 90°- oder Querrichtung bezeichnet. Die Richtung „3“ verläuft senkrecht zur Ebene der Richtung „1“ und Richtung „2“. Die Richtung „3“ wird auch als „Dickenrichtung“ bei planaren Systemen bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei unidirektional verstärkten Werkstoffen, die in Teil 5 dieser Internationalen Norm behandelt sind, ist die parallel zu den Fasern verlaufende Richtung als Richtung „1“ und die senkrecht zu den Fasern (in der Prepreg-/Plattenebene) verlaufende Richtung als Richtung „2“ definiert.

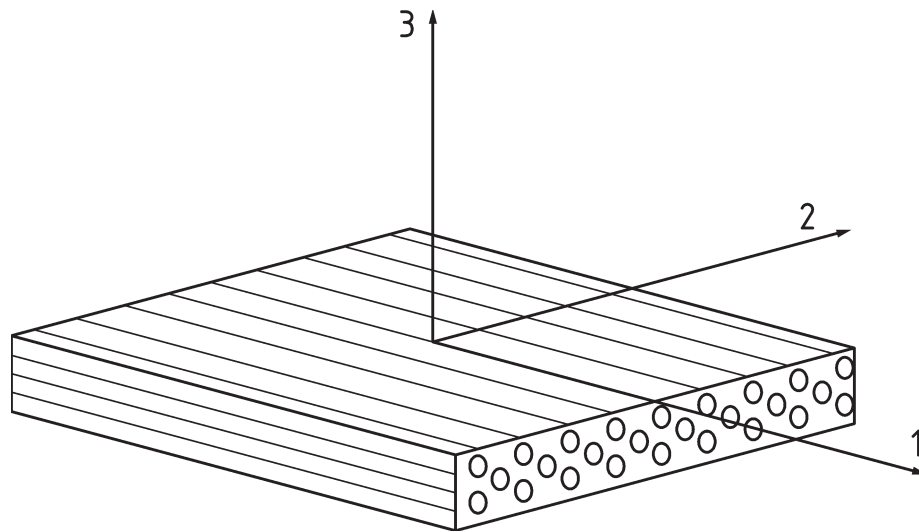


Bild 2 — Symmetrieachsen eines faserverstärkten Kunststoffverbundwerkstoffs

3.10

Bruchposition

u_F

Bruchstelle des Probekörpers vom Typ 4 innerhalb des lokalen Koordinatensystems (u, v) des taillierten Abschnitts

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird in Millimeter (mm) angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 5.

4 Kurzbeschreibung

Nach ISO 527-1.

5 Prüfeinrichtung

Das Gerät muss den Anforderungen von ISO 527-1:2019, Abschnitt 5 entsprechen, mit folgender Ausnahme:

Die Messschraube oder ihr Äquivalent (siehe ISO 16012:2015, 5.5) muss eine Fehlergrenze von 0,01 mm oder besser aufweisen. Sie muss, wenn sie bei unregelmäßigen Oberflächen verwendet wird, eine Kugelaufgabe geeigneter Größe haben, und, wenn sie bei ebenen, glatten (z. B. mechanisch bearbeiteten) Oberflächen verwendet wird, eine flache Auflage haben.

Bei der Verwendung von Extensometern an Probekörpern des Typs 4 ist eine Messlänge von 25 mm (siehe ISO 527-1:2019, 5.1.5) zu verwenden.

Es wird empfohlen, die Ausrichtung von Probekörper und Zugvorrichtung nach Anhang A zu überprüfen.

6 Probekörper

6.1 Form und Maße

Für die Anwendung dieses Dokuments sind vier Probekörpertypen festgelegt, wie in Bild 3 (Typ 1B), Bild 4 (Typen 2 und 3) und Bild 5 (Typ 4) dargestellt.

Typ 1B ist für die Prüfung von faserverstärkten Thermoplasten. Typ 1B darf auch für die Prüfung von faserverstärkten Duroplasten verwendet werden, wenn sie innerhalb der Messlänge brechen. Typ 1B darf nicht für multidirektionale, kontinuierlich faserverstärkte Werkstoffe verwendet werden.

Typ 2 ist rechteckig ohne Krafteinleitungselemente und Typ 3 ist rechteckig mit verklebten Krafteinleitungselementen. Sie sind für die Prüfung von faserverstärkten Duroplasten und Thermoplasten. Probekörper mit nicht verklebten Krafteinleitungselementen werden als Typ 2 betrachtet.

Die bevorzugte Breite von Probekörpern des Typs 2 und Typs 3 ist 25 mm, jedoch dürfen Breiten von 50 mm oder größer verwendet werden, wenn die Zugfestigkeit auf Grund der jeweilig verwendeten Verstärkung gering ist.

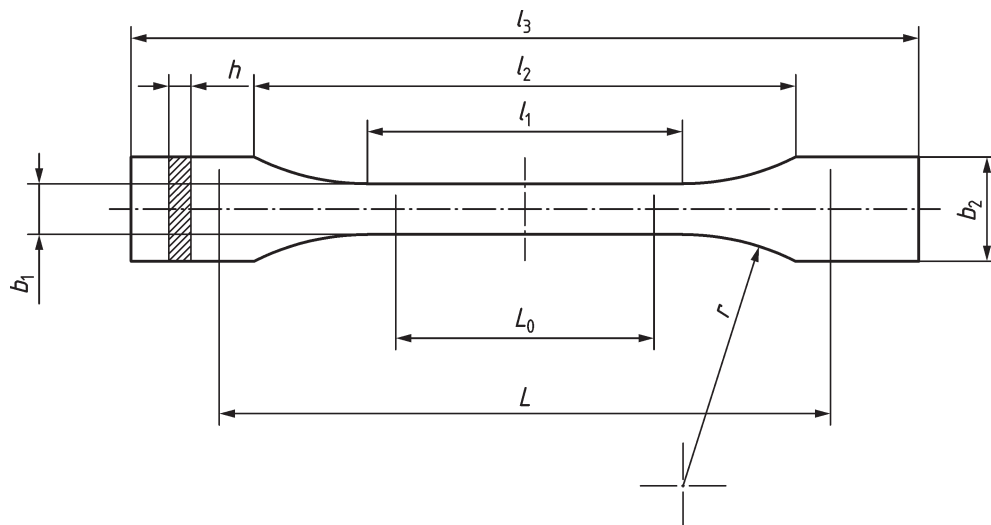
Typ 4 ist tailliert ohne Krafteinleitungselemente und ist für die Prüfung von faserverstärkten Verbundwerkstoffen, insbesondere zum Prüfen von multidirektionalen, kontinuierlich faserverstärkten Thermoplasten. Siehe Anhang B.

Die Dicke von Probekörpern des Typs 2, Typs 3 und Typs 4 muss zwischen 2 mm und 10 mm betragen.

Um zu entscheiden, ob ein Probekörper mit oder ohne Krafteinleitungselemente verwendet wird, werden zuerst Prüfungen ohne Krafteinleitungselemente (Probekörper des Typs 2 [rechteckig] oder Typs 4 [tailliert]) durchgeführt, und wenn diese Prüfungen erfolglos sind, d. h. wenn nahezu alle Probekörper in den Einspannbereichen brechen (siehe Abschnitt 7), wird die Prüfung mit an die Probekörper geklebten Krafteinleitungselementen (Probekörper des Typs 3) durchgeführt. Siehe Anhang C bezüglich einer Anleitung zu unverklebten Krafteinleitungselemente oder Klemmzustand ohne Krafteinleitungselemente mittels feinbearbeiteter Klemmflächen und sorgfältiger Kontrolle der Klemmkraft.

ANMERKUNG Üblicherweise haben kontinuierlich faserverstärkte Verbundstoffe aufgrund der hohen Zugfestigkeit ihrer Fasern hohe Bruchkräfte. Die Verwendung von Probekörpern mit Dicken über 4 mm kann eine erhöhte Klemmlänge erfordern, um hohen Klemmdrücken entgegenzuwirken.

Die empfohlene Probekörperdicke für kontinuierlich faserverstärkte Verbundstoffe ist 2 mm. Bei formgepressten Werkstoffen darf die Dicke zwischen den Endstücken jedes Probekörpertyps an keinem Punkt um mehr als 2 % vom Mittelwert abweichen.

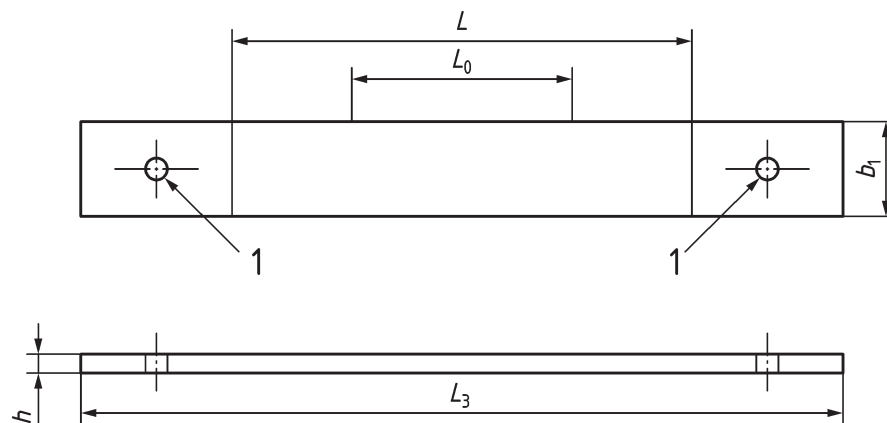


Symbol	Bezeichnung	Maße in Millimeter
l_3	Gesamtlänge ^a	≥ 150
l_1	Länge des schmalen paralleseitigen Teils	$60,0 \pm 0,5$
r	Radius ^b	≥ 60
b_2	Breite an den Enden	$20,0 \pm 0,2$
b_1	Breite des schmalen Teils	$10,0 \pm 0,2$
h	Dicke	2 bis 10
L_0	Messlänge (für Extensometer empfohlen)	$50,0 \pm 0,5$
L	Anfangsabstand zwischen den Klemmen	115 ± 1

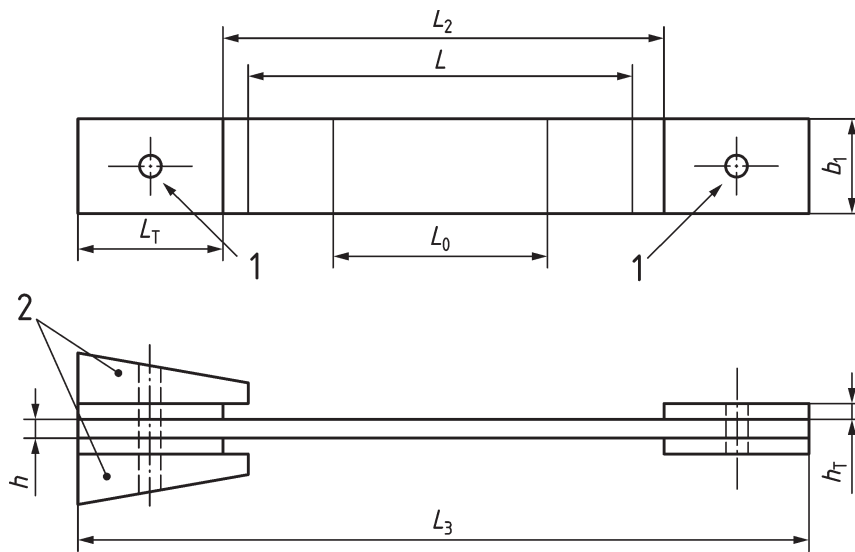
^a Bei einigen Werkstoffen kann die Länge der Krafteinleitungselemente erhöht werden (z. B. so, dass $l_3 = 200$ mm), um das Brechen oder Gleiten des Probekörpers in den Klemmbacken zu verhindern.

^b Es sollte beachtet werden, dass eine Dicke von 4 mm einen Probekörper ergibt, der mit dem Probekörper des Typs 1B nach ISO 527-2 identisch ist.

Bild 3 — Probekörper vom Typ 1B



a) Probekörper vom Typ 2



b) Probekörper vom Typ 3

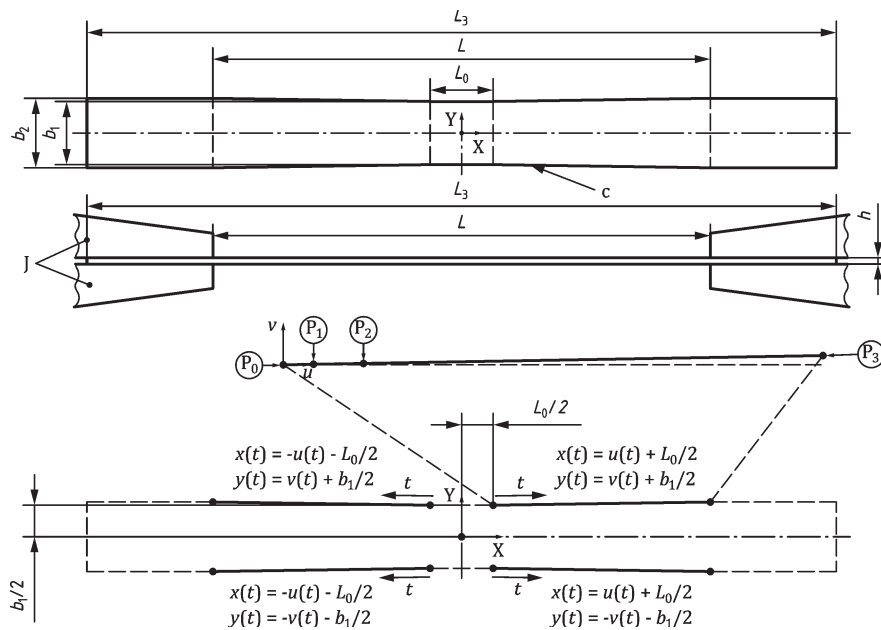
Legende

- 1 Zentrierlöcher (optional) ϕD
 2 Klemmbacken

Symbol	Bezeichnung	Maße in Millimeter	
		Typ 2	Typ 3
L_3	Gesamtlänge	≥ 250	≥ 250
L_2	Abstand zwischen den Krafteinleitungselementen	—	150 ± 1
b_1	Breite	$25 \pm 0,5$ oder $50 \pm 0,5$	$25 \pm 0,5$ oder $50 \pm 0,5$
h	Dicke	2 bis 10	2 bis 10
L_0	Messlänge (für Extensometer empfohlen)	50 ± 1	50 ± 1
L	Anfangsabstand zwischen den Klemmen (Nennwert)	150 ± 1	150 ± 1
L_T	Länge der Krafteinleitungselemente	—	≥ 50
h_T	Dicke der Krafteinleitungselemente	—	1 bis 3
D	Durchmesser der Zentrierlöcher	$3 \pm 0,25$	$3 \pm 0,25$

ANMERKUNG Anforderungen an die Qualität und Parallelität von Probekörpern sind in ISO 527-1:2019, 6.4 angegeben.

Bild 4 — Probekörper vom Typ 2 und Typ 3



Symbol	Bezeichnung	Maße in Millimeter
		Typ 4
L_3	Gesamtlänge	≥ 300
b_1	Breite des parallelen Mittelabschnitts	$25 \pm 0,5$
b_2	Breite an den Enden	$28 \pm 0,5$
h	Dicke	2 bis 10
L_0	Messlänge (für Extensometer empfohlen)	25 ± 1
L	Anfangsabstand zwischen den Klemmen (Nennwert)	200
P_0	Bézierkurven-Kontrollpunkt in den Koordinaten (u, v)	(0; 0)
P_1	Bézierkurven-Kontrollpunkt in den Koordinaten (u, v)	(4,86; 0)
P_2	Bézierkurven-Kontrollpunkt in den Koordinaten (u, v)	(13,0; 0)
P_3	Bézierkurven-Kontrollpunkt in den Koordinaten (u, v)	(87,5; 1,5)
c	Kante ist eine Bézierkurve	
j	Spannbacken	

ANMERKUNG Anforderungen an die Qualität und Parallelität von Probekörpern sind in ISO 527-1:2019, 6.4 angegeben.

Bild 5 — Probekörper vom Typ 4

Gleichungen (1) und Gleichung (2) entsprechen der Bézierkurve, spezifisch gelöst für Probekörper des Typs 4, um einen Linienzug zu berechnen, der bei den meisten CNC-Maschinen anwendbar ist. Sie definieren die lokalen Koordinaten (u, v) der in Bild 5 dargestellten Kante des taillierten Abschnitts. Die Transformation in das Probekörper-Koordinatensystem (x, y) ist ebenfalls in Bild 5 dargestellt. Die Variable t sollte keine größeren Inkremente als 0,05 überschreiten, um einen zu stark partitionierten Linienzug zu vermeiden. Eine genauere Beschreibung zur Konstruktion des Probekörpers vom Typ 4 ist in B.2 angegeben.

$$u(t) = 63,08t^3 + 9,84t^2 + 14,58t \quad (1)$$

$$v(t) = 1,5t^3 \quad (2)$$

mit $t \in [0,1]$ mit $\Delta t \leq 0,05$

6.2 Vorbereitung der Probekörper

6.2.1 Allgemeines

Im Fall von Formmassen und Schichtwerkstoffen (Laminaten) wird eine Prüfplatte nach ISO 1268 (alle Teile) oder einem anderen festgelegten/vereinbarten Verfahren hergestellt. Einzelne Probekörper oder für Probekörper des Typs 3 Gruppen von Probekörpern (siehe Anhang D) werden aus Prüfplatten entnommen.

Probekörper aus Fertigerzeugnissen (z. B. für die Qualitätskontrolle während der Herstellung oder bei Lieferung) werden aus ebenen Bereichen entnommen.

Parameter für die mechanische Bearbeitung müssen den in ISO 2818 festgelegten Parametern entsprechen. Weitere Anleitungen zum Schneiden von Probekörpern sind in Anhang D angegeben.

Nur für die mechanische Bearbeitung von Probekörpern des Typs 4 kann ein Linienzug des erforderlichen Profils mit Gleichung (1) und Gleichung (2) berechnet werden.

6.2.2 Krafteinleitungselemente für Probekörper des Typs 3

Die Enden des Probekörpers müssen verstärkt werden, vorzugsweise mit Krafteinleitungselementen, die aus einem kreuzweise geschichteten Gewebe oder Gewebelaminat in Glasfaser-Harz-Ausführung aufgebaut sind, dessen Fasern $\pm 45^\circ$ zur Probekörperachse verlaufen. Die Dicke des Krafteinleitungselementes muss zwischen 1 mm und 3 mm betragen und einen Fasenwinkel von 90° (d. h. ohne Fase) aufweisen.

Alternative Krafteinleitungselement-Anordnungen sind zulässig, es muss aber vor Gebrauch nachgewiesen werden, dass sie mindestens die gleichen Festigkeitswerte und keinen größeren Variationskoeffizienten (siehe ISO 527-1:2019, 10.5 und ISO 3534-1) als die empfohlenen Krafteinleitungselemente haben. Mögliche Alternativen sind Krafteinleitungselemente aus dem zu prüfenden Werkstoff, mechanisch befestigte Krafteinleitungselemente, unverklebte Elemente aus rauen Materialien (wie Schmirgel- oder Sandpapier) und feinbearbeitete Klemmflächen ohne Krafteinleitungselemente wie in Anhang C beschrieben.

6.2.3 Aufbringen der Krafteinleitungselemente für Probekörper des Typs 3

Die Krafteinleitungselemente werden mit einem hochelastischen Klebstoff mit dem Probekörper verklebt, nach Anhang D.

ANMERKUNG Das gleiche Verfahren kann für einzelne Probekörper oder für eine Gruppe von Probekörpern verwendet werden.

6.3 Messmarken

Die Messmarken müssen ISO 527-1:2019, 6.3 entsprechen.

Der parallele Mittelabschnitt des Probekörpers ist bei Verwendung von Probekörpern des Typs 4 zu markieren. Die erste Marke zeigt den Mittelpunkt des parallelen Mittelabschnitts an. Zwei weitere Marken müssen im Abstand von 12,5 mm auf beiden Seiten des Mittelpunkts angebracht werden (siehe Bild 6). Die Marken zeigen die Breiten- und Dickenmesspunkte des Probekörpers. Zusätzlich zeigen die äußeren Marken die Positionierungsstellen für mechanische Extensometer.

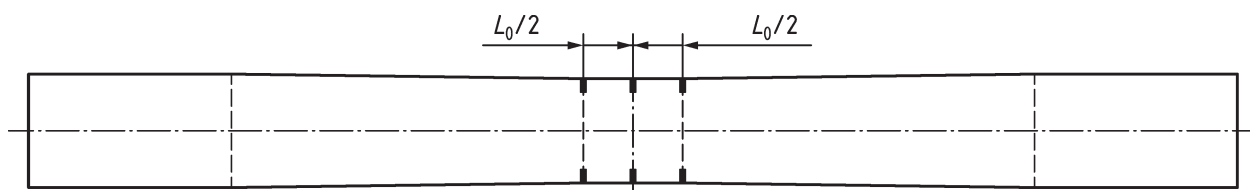


Bild 6 — Positionen der Hilfsmarken

6.4 Kontrolle der Probekörper

Die Probekörperprüfung muss ISO 527-1:2019, 6.4 entsprechen.

6.5 Anisotropie

Die Eigenschaften von faserverstärkten Kunststoffverbundwerkstoffen ändern sich häufig mit der Richtung in der Plattenebene (Anisotropie). Deshalb wird empfohlen, zwei Gruppen von Probekörpern herzustellen, deren Hauptachsen parallel bzw. senkrecht zur Richtung eines Merkmals verlaufen, die sich aus einer Kenntnis über den Aufbau des Werkstoffs oder das Herstellungsverfahren ergibt (siehe 3.10).

7 Anzahl der Probekörper

Die Anzahl der Probekörper muss ISO 527-1:2019, Abschnitt 7, entsprechen, mit folgenden Ausnahmen.

Probekörper, die in der Einspannung rutschen oder innerhalb des Einspannbereichs oder an dessen Rand brechen, sind ungültig. Derartige Probekörper sind zu verwerfen, und weitere Probekörper müssen geprüft werden.

8 Konditionierung

Die Konditionierung muss nach ISO 527-1:2019, Abschnitt 8, erfolgen.

9 Durchführung

9.1 Prüfklima

Das Prüfklima muss nach ISO 527-1:2019, 9.1, gewählt werden.

9.2 Messung der Maße der Probekörper

Die Messung muss ISO 527-1:2019, 9.2 entsprechen, mit folgenden Ausnahmen.

Bei Probekörpern des Typs 4 werden die Breite, Dicke und Gesamtlänge nach ISO 16012 aufgezeichnet. Die Breite und Dicke müssen am Mittelpunkt des Probekörpers und auf beiden Seiten des Mittelpunkts im gleichen Abstand von 12,5 mm gemessen werden (siehe festgelegte Positionen der Messmarken in 6.3). Die Gesamtlänge muss für die Bestimmung der bruchstellenbezogenen Zugfestigkeit (siehe ISO 527-1:2019, 10.1) auf 0,5 mm gemessen werden. Für die Berechnung des Querschnitts der Probekörper-Bezugsfläche werden die Mittelwerte der Breiten- und Dickenmesswerte verwendet.

9.3 Einspannen

Die Einspannung muss ISO 527-1:2019, 9.3 entsprechen.

ANMERKUNG 1 Ein ungültiger Bruch (siehe Abschnitt 7) des Probekörpers innerhalb des Einspannbereiches oder an dessen Rand kann oft vermieden werden, indem die Klemmkraft oder der Klemmdruck (z. B. mittels Drehmoment oder Manometer, je nach verwendetem Klemmsystem) so eingestellt wird, dass er keinen Bruch oder eine Quetschung des Probekörpers hervorruft. Eine falsche Ausrichtung der Probe kann ebenfalls ein Grund für das beschriebene unzulässige Versagen sein.

ANMERKUNG 2 Beim Prüfen von Probekörpern ohne Krafteinleitungselemente (Typ 2 und Typ 4) kann ein ungültiger Bruch durch Quetschung oder signifikante Beschädigung der Fasern in den äußeren Schichten des Probekörpers hervorgerufen werden. Dies kann durch eine geringe Rauheit der Klemmflächen im Bereich von Schmirgelpapier (z. B. P400 nach ISO 6344-1) vermieden werden.