

DIN EN ISO 527-1

ICS 83.080.01

Einsprüche bis 2018-08-29
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 527-1:2012-06

Entwurf

**Kunststoffe –
Bestimmung der Zugeigenschaften –
Teil 1: Allgemeine Grundsätze (ISO/DIS 527-1:2018);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 527-1:2018**

Plastics –
Determination of tensile properties –
Part 1: General principles (ISO/DIS 527-1:2018);
German and English version prEN ISO 527-1:2018

Plastiques –
Détermination des propriétés en traction –
Partie 1: Principes généraux (ISO/DIS 527-1:2018);
Version allemande et anglaise prEN ISO 527-1:2018

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-06-29 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, 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 67 Seiten

DIN-Normenausschuss Kunststoffe (FNK)
DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)



Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 527-1:2018) 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 nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 054-01-02 AA „Mechanische Eigenschaften und Probekörperherstellung“ 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.

DIN EN ISO 527 mit dem allgemeinen Titel *Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften* besteht aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: Allgemeine Grundsätze
- Teil 2: Prüfbedingungen für Form- und Extrusionsmassen
- Teil 3: Prüfbedingungen für Folien und Tafeln
- Teil 4: Prüfbedingungen für isotrop und anisotrop faserverstärkte Kunststoffverbundwerkstoffe
- Teil 5: Prüfbedingungen für unidirektional faserverstärkte Kunststoffverbundwerkstoffe

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

ISO 291	siehe	DIN EN ISO 291
ISO 294-1	siehe	DIN EN ISO 294-1
ISO 7500-1	siehe	DIN EN ISO 7500-1
ISO 9513	siehe	DIN EN ISO 9513
ISO 16012	siehe	DIN EN ISO 16012
ISO 20753	siehe	DIN EN ISO 20753
ISO 23529	siehe	DIN ISO 23529

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 527-1:2012-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) ein Fehler in Bild 1 bezüglich ϵ_{tM} wurde entfernt;
- b) der Widerspruch hinsichtlich der Messunsicherheit der Längenänderung bei der Berechnung des Elastizitätsmoduls zwischen Abschnitt 5.1.5.1 und Bild 1 und Anhang C wurde entfernt. Für Messlängen $L_0 \leq 50$ mm ist die Fehlergrenze auf ± 1 μ m eingestellt.
- c) die normativen Verweisungen sind ohne Jahreszahlen aufgeführt;
- d) kleine redaktionelle Änderungen.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 291, *Kunststoffe — Normalklimate für Konditionierung und Prüfung*

DIN EN ISO 294-1, *Kunststoffe - Spritzgießen von Probekörpern aus Thermoplasten — Teil 1: Allgemeine Grundlagen und Herstellung von Vielzweckprobekörpern und Stäben*

DIN EN ISO 7500-1, *Metallische Werkstoffe — Kalibrierung und Überprüfung von statischen einachsigen Prüfmaschinen — Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschinen — Kalibrierung und Überprüfung der Kraftmesseinrichtung*

DIN EN ISO 9513, *Metallische Werkstoffe — Kalibrierung von Längenänderungs-Messeinrichtungen für die Prüfung mit einachsiger Beanspruchung*

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

DIN EN ISO 20753, *Kunststoffe — Probekörper*

DIN ISO 23529, *Elastomere — Allgemeine Bedingungen für die Vorbereitung und Konditionierung von Prüfkörpern für physikalische Prüfverfahren*

— Leerseite —

Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften — Teil 1: Allgemeine Grundsätze (ISO/DIS 527-1:2018)

Plastiques — Détermination des propriétés en traction — Partie 1 : Principes généraux (ISO/DIS 527-1:2018)

Plastics — Determination of tensile properties — Part 1: General principles (ISO/DIS 527-1:2018)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

STD Version 2.9d

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Kurzbeschreibung und Verfahren	11
4.1 Kurzbeschreibung	11
4.2 Verfahren	11
5 Prüfeinrichtung	12
5.1 Prüfmaschine	12
5.1.1 Allgemeines	12
5.1.2 Prüfungsgeschwindigkeiten	12
5.1.3 Spanneinrichtung	12
5.1.4 Kraftmesseinrichtung	13
5.1.5 Dehnungsmesseinrichtung	13
5.1.6 Aufzeichnung der Daten	14
5.2 Geräte zum Messen der Breite und Dicke der Probekörper	15
6 Probekörper	15
6.1 Form und Maße	15
6.2 Vorbereitung der Probekörper	15
6.3 Messmarken	16
6.4 Kontrolle der Probekörper	17
6.5 Anisotropie	18
7 Anzahl der Probekörper	18
8 Vorbehandlung	19
9 Durchführung	19
9.1 Prüfklima	19
9.2 Maße der Probekörper	19
9.3 Einspannen	20
9.4 Vorspannungen	20
9.5 Anbringen der Extensometer	20
9.6 Prüfungsgeschwindigkeit	21
9.7 Aufzeichnung der Daten	21
10 Auswertung und Darstellung der Ergebnisse	21
10.1 Spannung	21
10.2 Dehnung	22
10.2.1 Mittels Extensometer bestimmte Dehnungen	22
10.2.2 Nominelle Dehnung	22
10.3 Zugmodul	23
10.3.1 Allgemeines	23
10.3.2 Berechnung mittels Sekantenanstieg	23
10.3.3 Berechnung aus der Steigung der Regressionsgeraden	24
10.4 Poissonzahl	24

10.5	Statistische Größen.....	25
10.6	Geltende Stellen	25
11	Präzision.....	25
12	Prüfbericht.....	25
Anhang A (informativ) Bestimmung der Dehnung an der Streckgrenze		27
Anhang B (informativ) Fehlergrenze des Extensometers bei Bestimmung der Poissonzahl.....		30
Anhang C (normativ) Anforderungen an die Kalibrierung für die Bestimmung des Zugmoduls		31
C.1	Allgemeines	31
C.2	Kalibrierungsverfahren	31
Literaturhinweise.....		33

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 527-1:2018) 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 527-1:2012 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 527-1:2018 wurde von CEN als prEN ISO 527-1:2018 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (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 Themen 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-Dokumentenarten 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.

Eine Erläuterung zum freiwilligen Charakter von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61, *Plastics*, Unterkomitee SC 2, *Mechanical properties* erarbeitet.

Diese dritte Ausgabe ersetzt die zweite Ausgabe (ISO 527-1:2012), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- ein Fehler in Bild 1 bezüglich ϵ_{tM} wurde entfernt;
- Der Widerspruch hinsichtlich der Messunsicherheit der Längenänderung bei der Berechnung des Elastizitätsmoduls zwischen Abschnitt 5.1.5.1 und Bild 1 und Anhang C wurde entfernt. Für Messlängen $L_0 \leq 50$ mm ist die Fehlergrenze auf ± 1 μ m eingestellt.
- die normativen Verweisungen sind ohne Jahreszahlen aufgeführt;
- kleine redaktionelle Änderungen.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 527 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

1 Anwendungsbereich

1.1 Dieser Teil von ISO 527 legt die allgemeinen Grundsätze zur Bestimmung der Zugeigenschaften von Kunststoffen und Kunststoff-Verbunden unter festgelegten Bedingungen fest. Mehrere verschiedene Probekörpertypen sind entsprechend den unterschiedlichen Werkstofftypen festgelegt, die in den folgenden Teilen von ISO 527 näher beschrieben werden.

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

1.3 Die Verfahren sind speziell zur Anwendung bei folgenden Werkstoffgruppen geeignet:

- steife und halbsteife thermoplastische (siehe 3.12 und 3.13) Spritzguss-, Extrusions- und Gussformmassen einschließlich gefüllter und verstärkter Formmassen als Ergänzung zu ungefüllten Sorten; steife und halbsteife thermoplastische Platten und Folien;
- steife und halbsteife duroplastische Formmassen einschließlich gefüllter und verstärkter Formmassen; steife und halbsteife duroplastische Platten einschließlich Schichtstoffe;
- faserverstärkte duroplastische oder thermoplastische Verbundwerkstoffe mit unidirektionaler oder nichtunidirektionaler Verstärkung, wie Matten, Vliese und Gelege, Gewebe, Rovinggewebe, Kombinations- und Mischverstärkung, Stränge (Rovings) und Kurzfasern; Tafeln aus vorgetränkten Werkstoffen (Prepregs);
- thermotrope flüssigkristalline Kunststoffe.

Die Verfahren sind üblicherweise nicht zur Anwendung mit harten Schaumstoffen, für die ISO 1926 angewendet wird, oder für Schichtstoff-Verbundwerkstoffe mit Schaumstoffkern geeignet.

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 291, *Plastics — Standard atmospheres for conditioning and testing*

ISO 2602, *Statistical interpretation of test results — Estimation of the mean — Confidence interval*

ISO 7500-1, *Metallic materials — Calibration and verification of static uniaxial testing machines — Part 1: Tension/compression testing machines — Calibration and verification of the force-measuring system*

ISO 9513, *Metallic materials — Calibration of extensometer systems used in uniaxial testing*

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

ISO 20753, *Plastics — Test specimens*

ISO 23529, *Rubber — General procedures for preparing and conditioning test pieces for physical test methods*

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:

- IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>

3.1

Messlänge

L_0

Anfangsabstand zwischen den Messmarken auf dem mittleren Teil

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.

3.2

Dicke

h

kleineres Anfangsmaß des rechteckigen Querschnitts im mittleren Teil eines Probekörpers

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

3.3

Breite

b

größeres Anfangsmaß des rechteckigen Querschnitts im mittleren Teil eines Probekörpers

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

3.4

Querschnittsfläche

A

Produkt aus Anfangsbreite und Anfangsdicke, $A = bh$, eines Probekörpers

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird in Quadratmillimeter (mm²) angegeben.

3.5

Prüfgeschwindigkeit

v

Geschwindigkeit, mit der sich die Einspannklemmen voneinander entfernen

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

3.6

Zugspannung

σ

Kraft je Anfangsquerschnittsfläche innerhalb der Messlänge

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

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

3.6.1

Streckspannung

σ_y

Spannung, bei der Streckdehnung

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

Anmerkung 2 zum Begriff: Sie kann kleiner sein als die maximal erreichbare Spannung (siehe Bild 1, Kurven b und c).

3.6.2

Zugfestigkeit

σ_m

Spannung beim ersten Spannungsmaximum während des Zugversuchs

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

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Zugfestigkeit kann auch die Spannung sein, bei der die Probe zu fließen beginnt oder bricht (siehe Bild 1).

3.6.3

Zugspannung bei x % Dehnung

σ_x

Spannung, bei der die Dehnung den in Prozent angegebenen festgelegten Wert x erreicht

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

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Angabe der Spannung bei x % Dehnung kann beispielsweise dann hilfreich sein, wenn die Spannungs-/Dehnungskurve keine Streckgrenze aufweist (siehe Bild 1, Kurve d).

3.6.4

Bruchspannung

σ_b

Spannung, bei der die Probe bricht

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

Anmerkung 2 zum Begriff: Sie entspricht dem höchsten Spannungswert der Spannungs-/Dehnungskurve unmittelbar vor dem Bruch (der Trennung) des Probekörpers, d. h. direkt vor dem durch die Brucheinleitung verursachten Kraftabfall.

3.7

Zugdehnung

ε

auf die ursprüngliche Messlänge bezogene Verlängerung (Längenänderung)

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird als Größe der Dimension 1 oder in Prozent (%) angegeben.

3.7.1

Streckdehnung

ε_y

bei einem Zugversuch der erste Dehnungswert, bei dem ein Zuwachs der Dehnung ohne Steigerung der Spannung auftritt

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird als Größe der Dimension 1 oder in Prozent (%) angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 1, Kurven b und c.

Anmerkung 3 zum Begriff: Siehe Anhang A (informativ) für die rechnergestützte Bestimmung der Streckdehnung.

3.7.2

Bruchdehnung

ε_b

zuletzt aufgezeichneter Dehnungswert, bevor ein Spannungsabfall auf weniger als oder gleich 10 % des Festigkeitswerts erfolgt

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird als Größe der Dimension 1 oder in Prozent (%) angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 1, Kurven a und d.

3.7.3

Dehnung der Zugfestigkeit

ε_m

Dehnung, die auftritt, wenn die (Zug-)Festigkeit erreicht ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird als Größe der Dimension 1 oder in Prozent (%) angegeben.

3.8

nominelle Dehnung

ε_t

Querhauptverschiebung bezogen auf eine festgelegte Messlänge

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird als Größe der Dimension 1 oder in Prozent (%) angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Sie wird für Dehnungen jenseits einer Streckdehnung verwendet (siehe 3.7.1) oder wenn keine Extensometer verwendet werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Eine Berechnung ist möglich auf Basis der Querhauptverschiebung von Beginn der Prüfung an, oder auf Basis der Erhöhung der Querhauptverschiebung über die Streckdehnung hinaus, wenn letztere mit einem Extensometer bestimmt wird (vorzugsweise bei Vielzweckprobekörpern).

3.8.1

nominelle Bruchdehnung

ε_{tb}

wenn der Bruch nach Erreichen der Streckgrenze auftritt, der letzte aufgezeichnete nominelle Dehnungswert, bevor ein Spannungsabfall auf weniger als oder gleich 10 % des Festigkeitswerts erfolgt

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird als Größe der Dimension 1 oder in Prozent (%) angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 1, Kurven b und c.

3.9

Zugmodul

E_t

Steigung der Spannungs-/Dehnungskurve $\sigma(\epsilon)$ im Dehnungsbereich zwischen $\epsilon_1 = 0,05 \%$ und $\epsilon_2 = 0,25 \%$

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

Anmerkung 2 zum Begriff: Entweder errechnet als Sekantensteigung oder nach der Methode der kleinsten Quadrate als Steigung der Regressionsgeraden (siehe Bild 1, Kurve d).

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

3.10

Poissonzahl

μ

negativer Quotient aus einem Dehnungszuwachs $\Delta\epsilon_n$ in einer der beiden senkrecht zur Zugrichtung liegenden Achsen und dem entsprechenden Dehnungszuwachs $\Delta\epsilon_1$ in Zugrichtung, gemessen innerhalb des linearen Anfangsteils der Querdehnungs-/Längsdehnungskurve

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird als Größe der Dimension 1 angegeben.

3.11

Abstand zwischen den Einspannklemmen

L

Anfangslänge des Probekörperabschnitts zwischen den Einspannklemmen

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

3.12

steifer Kunststoff

Kunststoff, dessen unter festgelegten Bedingungen bestimmter Biege-Elastizitätsmodul (oder, wenn dies nicht möglich ist, Zug-Elastizitätsmodul) über 700 MPa liegt

3.13

halbsteifer Kunststoff

Kunststoff, dessen unter festgelegten Bedingungen bestimmter Biege-Elastizitätsmodul (oder, wenn dies nicht möglich ist, Zug-Elastizitätsmodul) zwischen 70 MPa und 700 MPa liegt

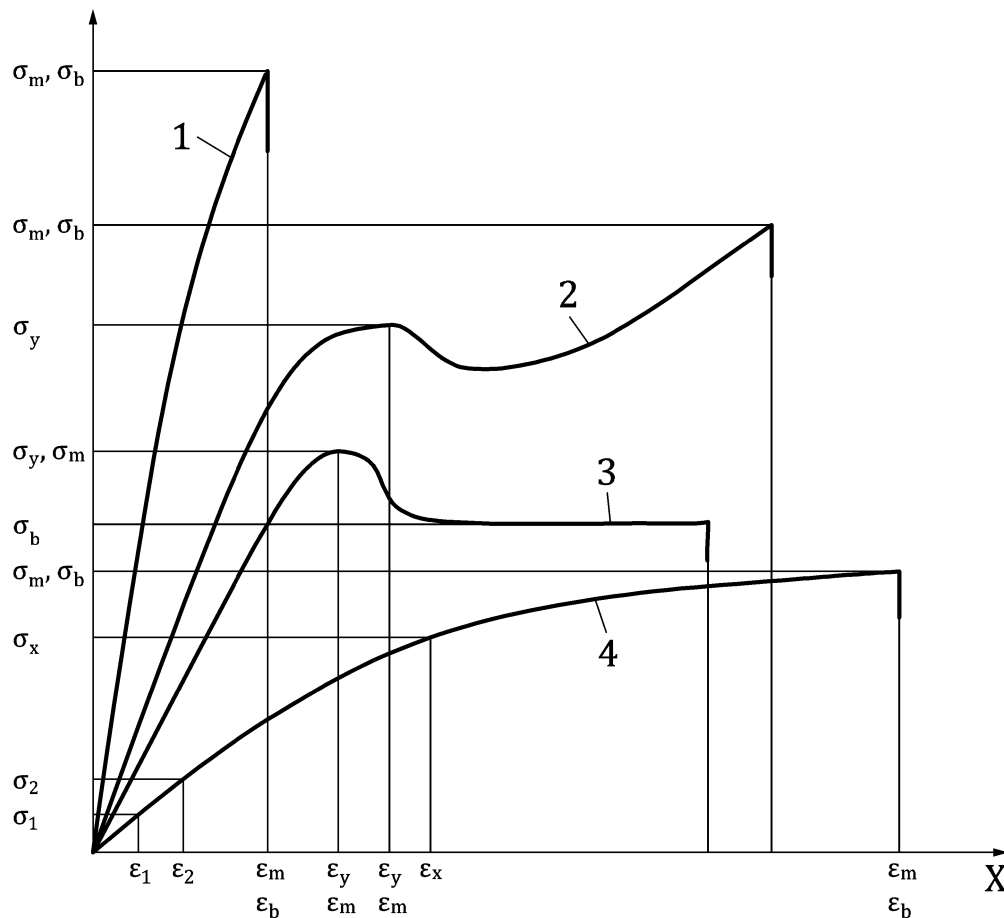


Bild 1 — Typische Spannungs-/Dehnungskurven

ANMERKUNG Kurve (a) stellt einen spröden Werkstoff dar, der bei niedrigen Dehnungswerten bricht, ohne dass eine Streckgrenze erreicht wird. Kurve (d) stellt einen gummiähnlichen Werkstoff dar, der erst bei höheren Dehnungswerten (> 50 %) bricht.

4 Kurzbeschreibung und Verfahren

4.1 Kurzbeschreibung

Der Probekörper wird entlang seiner größten Hauptachse bei konstanter Geschwindigkeit gedehnt, bis er bricht oder bis die Spannung (Kraft) oder Dehnung (Längenänderung) einen vorgegebenen Wert erreicht. Während dieses Vorgangs werden die vom Probekörper ertragene Belastung und die Längenänderung gemessen.

4.2 Verfahren

4.1 Die Verfahren werden an Probekörpern angewendet, die entweder in den ausgewählten Maßen geformt oder aus Fertigteilen und Halbzeugen, wie Formteilen, Schichtpressstoffen, Folien und extrudierten oder gegossenen Platten ausgearbeitet, geschnitten oder gestanzt werden können. Die Typen der Probekörper und die Herstellung der Probekörper werden in dem für das jeweilige Material zutreffenden Teil von ISO 527 beschrieben. In einigen Fällen darf ein Vielzweckprobekörper verwendet werden. Vielzweckprobekörper und kleine Probekörper werden in ISO 20753 beschrieben.

4.2 Die Verfahren legen bevorzugte Maße für die Probekörper fest. Prüfungen, die an Probekörpern anderer Maße oder an unter abweichenden Bedingungen hergestellten Probekörpern durchgeführt werden, können Ergebnisse liefern, die nicht vergleichbar sind. Andere Einflüsse, wie die Prüfgeschwindigkeit und die Vorbehandlung der Probekörper, können ebenfalls die Ergebnisse beeinflussen. Folglich müssen diese Einflüsse sorgfältig kontrolliert und aufgezeichnet werden, wenn vergleichbare Daten verlangt werden.

5 Prüfeinrichtung

5.1 Prüfmaschine

5.1.1 Allgemeines

Die Prüfmaschine muss die in ISO 7500-1 und ISO 9513 angegebenen Bedingungen erfüllen und den in 5.1.2 bis 5.1.6 angegebenen Spezifikationen entsprechen, wie folgt.

5.1.2 Prüfgeschwindigkeiten

Die Zugprüfmaschine muss die in Tabelle 1 angegebenen Prüfgeschwindigkeiten einhalten können.

5.1.3 Spanneinrichtung

Die Einspannklemmen zum Halten des Probekörpers müssen so an der Maschine befestigt sein, dass die Längsachse des Probekörpers mit der Zugrichtung durch die Mittellinie der Spanneinrichtung zusammenfällt. Der Probekörper muss so gehalten werden, dass Schlupf in den Klemmen vermieden wird. Die Spanneinrichtung darf keinen vorzeitigen Bruch an den Klemmen oder Quetschen in der Spanneinrichtung hervorrufen.

Für die Bestimmung des Zugmoduls ist es wichtig, dass die Dehnrage konstant ist und sich auch nicht, beispielsweise infolge einer Bewegung, in den Einspannklemmen ändert. Das ist besonders wichtig, wenn zum Einspannen Spannkeile verwendet werden.

ANMERKUNG Für Angaben zu einer Vorspannung, die erforderlich sein könnte, um eine vorschriftsmäßige Ausrichtung und Auflage des Probekörpers zu erreichen (siehe 9.3) und um im Anfangsbereich der Spannungs-/Dehnungskurve einen Durchhang zu vermeiden, siehe 9.4.

Tabelle 1 — Empfohlene Prüfgeschwindigkeiten

Prüfgeschwindigkeit v mm/min	Grenzabweichungen %
0,125	± 20
0,25	
0,5	
1	
2	
5	
10	
20	± 10
50	
100	
200	
300	
500	

5.1.4 Kraftmesseinrichtung

Das Kraftmesssystem muss Klasse 1 nach ISO 7500-1 entsprechen.

5.1.5 Dehnungsmesseinrichtung

5.1.5.1 Extensometer

Die Extensometer müssen ISO 9513, Klasse 1 entsprechen. Im anzuwendenden Dehnungsbereich muss die dieser Klasse entsprechende Messunsicherheit erreicht werden. Berührungslos arbeitende Extensometer dürfen unter der Voraussetzung angewendet werden, dass sie die oben angegebenen Anforderungen an die Messunsicherheit erfüllen.

Das Extensometer muss geeignet sein, die Änderung der Messlänge am Probekörper zu jedem Zeitpunkt des Zugversuchs zu messen. Es ist erwünscht, aber nicht unbedingt erforderlich, dass das Messgerät diese Veränderung automatisch anzeigt. Das Messgerät muss bei der festgelegten Prüfgeschwindigkeit im Wesentlichen frei sein von Massenträgheit.

Zur Bestimmung des Elastizitätsmoduls muss das Messgerät dazu fähig sein, die Änderung der Messlänge des Probekörpers mit einer Fehlergrenze von 1 % des entsprechenden Wertes oder besser für alle Messlängen von 50 mm oder mehr zu messen, was der Anforderung einer absoluten Fehlergrenze von $\pm 1 \mu\text{m}$ bei einer Messlänge von 50 mm und $\pm 1,5 \mu\text{m}$ entspricht, wenn eine Messlänge von 75 mm genutzt wird.

Bei kleineren Messlängen zwischen 20 mm und 50 mm ist eine absolute Fehlergrenze von $\pm 1 \mu\text{m}$ ausreichend (siehe Bild 2 und Anhang C.)

ANMERKUNG In Abhängigkeit von der verwendeten Messlänge wird die geforderte Messunsicherheit von 1 % für Dehnungsmessungen innerhalb der Messlänge entsprechend angepasst, so dass für jede Messlänge andere absolute Messunsicherheiten gelten. Messungen des Elastizitätsmoduls an kleinen Probekörpern sind wegen verschiedenen Größen und Werkstoffen weniger genau. Die konstante absolute Messunsicherheit bei der Messung der Änderung der Messlänge führt zu relativen Messunsicherheiten von 2 % für eine Messlänge von 25 mm und zu 2,5 % bei Messlängen von 20 mm (siehe Bild 2).

Die üblicherweise verwendeten optischen Extensometer zeichnen die Dehnung einer Breitseitenfläche des Probekörpers auf: Wird die Dehnung an nur einer Probekörperfläche gemessen, muss sichergestellt werden, dass niedrige Dehnungswerte nicht durch eine Biegung verfälscht werden, die auch bei einer geringfügigen Fehlausrichtung und bei leichtem anfänglichen Verzug des Probekörpers auftreten kann und zu Dehnungsunterschieden zwischen gegenüberliegenden Probekörperflächen führt. Es wird empfohlen, Dehnungsmessverfahren anzuwenden, bei denen eine Mittelwertbildung für die an gegenüber liegenden Flächen des Probekörpers gemessenen Dehnungswerte durchgeführt wird. Diese Vorgehensweise ist für die Bestimmung des Elastizitätsmoduls besonders wichtig, für die Messung größerer Dehnungswerte hat sie jedoch eine weniger große Bedeutung.

5.1.5.2 Dehnmessstreifen

Die Probekörper dürfen auch mit Dehnmessstreifen versehen werden. Die Fehlergrenze der Dehnmessstreifen muss 1 % des jeweiligen Werts betragen oder besser sein. Dies entspricht einer Dehnungsgenauigkeit von 20×10^{-6} (20 Mikrodehnungen) zur Messung des Moduls. Die Messstreifen, die Oberflächenvorbereitung und Klebemittel sollten so ausgewählt werden, dass eine ausreichende Funktion auf dem zu prüfenden Werkstoff sichergestellt ist.

5.1.6 Aufzeichnung der Daten

5.1.6.1 Allgemeines

Die Datenerfassungshäufigkeit, die zur Aufzeichnung der Werte (für Kraft, Dehnung, Verlängerung) notwendig ist, muss so hoch sein, dass die Genauigkeitsanforderungen erfüllt werden.

5.1.6.2 Aufzeichnung der Dehnungswerte

Die Häufigkeit zur Erfassung und Aufzeichnung der Dehnungswerte hängt ab von:

- v , der Prüfgeschwindigkeit, in mm/min;
- L_0/L , dem Verhältnis zwischen der Messlänge und dem Anfangsabstand zwischen den Einspannklemmen;
- r , der Mindestauflösung für das Dehnungssignal, in Millimeter (mm), die erforderlich ist, um exakte Werte zu erreichen. Üblicherweise ist die Mindestauflösung halb so groß wie der Genauigkeitswert oder besser.

Die Mindesthäufigkeit der Datenerfassung $f_{\min}$ in Hertz (Hz), die für die integrale Übertragung vom Sensor zur Anzeigeeinrichtung notwendig ist, kann dann nach der folgenden Gleichung berechnet werden:

$$f_{\min} = \frac{v}{60} \times \frac{L_0}{L \cdot r} \quad (1)$$

Die Aufzeichnungshäufigkeit der Prüfmaschine muss mindestens dieser Datenrate $f_{\min}$ entsprechen.

5.1.6.3 Aufzeichnung der Kraftwerte

Die erforderliche Aufzeichnungsrate ist von der Prüfgeschwindigkeit, der Dehnrage, der Messunsicherheit und dem Abstand zwischen den Einspannklemmen abhängig. Der Modul, die Prüfgeschwindigkeit und der Klemmenabstand bestimmen die Kraftanstiegsgeschwindigkeit. Die Aufzeichnungshäufigkeit ist vom Verhältnis der Kraftanstiegsgeschwindigkeit zur erforderlichen Messunsicherheit abhängig. Siehe Beispiele unten.

Die Kraftanstiegsgeschwindigkeit wird nach der folgenden Gleichung bestimmt:

$$\dot{F} = \frac{E \cdot A \cdot v}{60L} \quad (2)$$

Dabei ist

- E der Elastizitätsmodul, in Megapascal (MPa);
- A die Querschnittsfläche des Probekörpers, in Quadratmillimeter (mm²);
- v die Prüfgeschwindigkeit, in Millimeter je Minute (mm/min);
- L der Abstand zwischen den Einspannklemmen, in Millimeter (mm).

Um die Anforderung an die Messunsicherheit beim Messen der Kraft auf dieselbe Weise wie für das Extensometer festzulegen, gelten die folgenden Gleichungen unter der Voraussetzung, dass die relevante Kraft mit einer Messunsicherheit von 1 % zu bestimmen ist.

Kraftdifferenz im Bereich des Elastizitätsmoduls:

$$\Delta F = E \cdot A \cdot (\varepsilon_2 - \varepsilon_1) = E \cdot A \cdot \Delta \varepsilon \quad (3)$$

Messunsicherheit (die Hälfte von 1 %):

$$r = 5 \times 10^{-3} \times \Delta F = 5 \times 10^{-3} \times E \cdot A \cdot \Delta \varepsilon \quad (4)$$

Aufzeichnungshäufigkeit:

$$f_{\text{Kraft}} = \frac{\dot{F}}{r} = \frac{E \cdot A \cdot v}{E \cdot A \cdot \Delta \varepsilon \times 60 \times L \times 5 \times 10^{-3}} \quad (5)$$

BEISPIEL Mit $v = 1 \text{ mm/min}$, $\Delta \varepsilon = 2 \times 10^{-3}$ und $L = 115 \text{ mm}$ ergibt sich eine Aufzeichnungshäufigkeit von $f_{\text{Kraft}} = 14,5 \text{ Hz}$.

5.2 Geräte zum Messen der Breite und Dicke der Probekörper

Siehe ISO 16012 und ISO 23529, wenn anwendbar.

6 Probekörper

6.1 Form und Maße

Siehe entsprechenden Teil von ISO 527 für den untersuchten Werkstoff.

6.2 Vorbereitung der Probekörper

Siehe entsprechenden Teil von ISO 527 für den untersuchten Werkstoff.

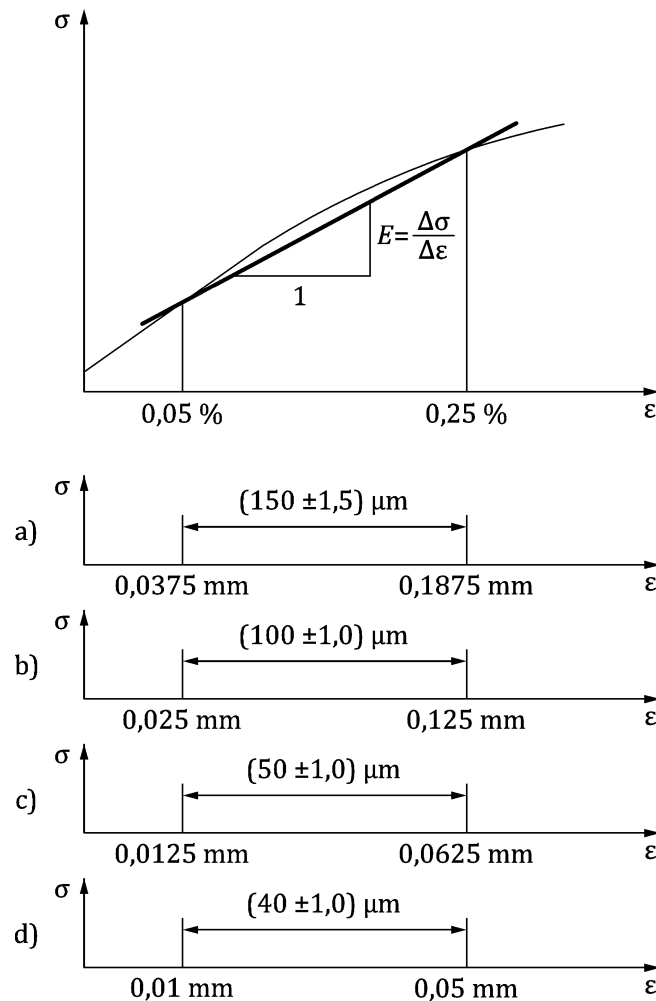
6.3 Messmarken

Siehe entsprechenden Teil von ISO 527 für die zutreffenden Bedingungen der Messlänge.

Wenn, besonders für dünne Tafeln und Folien, optische Dehnungsmessgeräte verwendet werden, kann es notwendig sein, zur Festlegung der Messlänge Messmarken auf den Probekörpern anzubringen. Diese müssen annähernd gleich weit von der Mitte entfernt sein (± 1 mm), und die Messlänge muss mit einer Unsicherheit von 1 % oder besser bestimmt werden.

Messmarken dürfen keinesfalls auf den Probekörper geritzt, gestanzt oder in irgendeiner Weise aufgeprägt werden, die zu einer Schädigung des zu prüfenden Werkstoffs führen kann. Es muss sichergestellt werden, dass das Markierungsmittel keine nachteilige Auswirkung auf den zu prüfenden Werkstoff hat und, falls es sich um parallele Striche handelt, müssen diese Striche so schmal wie möglich sein.

Die Verlängerung der Messmarken aufgrund Streckung darf die Messungen der Dehnung nicht beeinflussen.



Legende

- a) ΔL für $L_0 = 75$ mm
- b) ΔL für $L_0 = 50$ mm
- c) ΔL für $L_0 = 25$ mm
- d) ΔL für $L_0 = 20$ mm

Bild 2 — Anforderungen an die Fehlergrenzen eines Extensometers zur Elastizitätsmodulbestimmung für unterschiedliche Messlängen unter Annahme einer Fehlergrenze von 1 %

6.4 Kontrolle der Probekörper

Im Idealfall dürfen die Probekörper keine Verwindungen aufweisen, und sie müssen paarweise zueinander parallele und senkrecht aufeinander stehende Oberflächen haben (siehe ANMERKUNG). Die Oberflächen und Kanten müssen frei sein von Kratzern, Kratern, Einfallstellen und Schwimmhäuten.

Die Probekörper müssen auf Übereinstimmung mit diesen Anforderungen geprüft werden durch visuellen Vergleich mit geraden Kanten, rechten Winkeln und ebenen Platten und durch Messung mittels Messschrauben.

Messspitzen/Messschneiden müssen eine Größe und Ausrichtung haben, die eine exakte Bestimmung des Maßes in der gewünschten Lage ermöglichen.