

Prüfung von Kautschuk und Elastomeren

**Bestimmung von Reißfestigkeit, Zugfestigkeit,
Reißdehnung und Spannungswerten im Zugversuch**

DIN
53 504

ICS 83.060

Ersatz für Ausgabe 03.85

Testing of rubber; determination of tensile strength at break, tensile stress at yield, elongation at break and stress values in a tensile test

Essai des caoutchoucs et élastomères; détermination de la résistance à la rupture, de la résistance à la traction, de l'allongement à la rupture et des valeurs de contrainte à l'essai de traction

Zusammenhang mit dem von der Internationalen Organization for Standardization (ISO) herausgegebenen Internationalen Norm-Entwurf ISO/DIS 37 : 1989 siehe Erläuterungen.

Maße in mm

Allgemeintoleranzen: ISO 2768 — m

1 Anwendungsbereich und Zweck

Das in dieser Norm festgelegte Prüfverfahren dient zur Ermittlung der Reißfestigkeit, der Zugfestigkeit, der Reißdehnung und der Spannungswerte von Probekörpern bestimmter Form aus Elastomeren beim Dehnen der Probekörper mit konstanter Geschwindigkeit bis zum Reißen.

Beim Zugversuch ist es zweckmäßig, die vollständige Kraft-Längenänderungs-Kurve oder wenigstens einzelne Punkte daraus aufzunehmen, weil durch die Reißfestigkeit und Reißdehnung allein das Verhalten von Elastomeren gegenüber Zugbeanspruchung nicht ausreichend gekennzeichnet ist.

2 Begriffe

2.1 Reißfestigkeit

Die Reißfestigkeit σ_R ist der Quotient aus der im Augenblick des Reißens gemessenen Kraft F_R und dem Anfangsquerschnitt A_0 des Probekörpers.

2.2 Zugfestigkeit

Die Zugfestigkeit $\sigma_{\max}$ ist der Quotient aus der gemessenen Höchstkraft $F_{\max}$ und dem Anfangsquerschnitt A_0 des Probekörpers.

ANMERKUNG: Bei Elastomeren ist die beim Reißen auftretende Kraft F_R im allgemeinen auch die Höchstkraft $F_{\max}$, wenn der Zugversuch bei Raumtemperatur oder bei Temperaturen oberhalb der Raumtemperatur durchgeführt wird.

2.3 Reißdehnung

Die Reißdehnung ε_R ist der Quotient aus der im Augenblick des Reißens gemessenen Änderung $L_R - L_0$ der Meßlänge und der Anfangsmeßlänge L_0 des Probekörpers.

Bei Ringprobekörpern ist L_0 der Innenumfang des Ringes, bei Stabprobekörpern der festgelegte Abstand zwischen zwei Meßmarken.

2.4 Spannungswert

Der Spannungswert σ_i ist der Quotient aus der bei Erreichen einer bestimmten Dehnung vorhandenen Zugkraft F_i und dem Anfangsquerschnitt A_0 .

ANMERKUNG 1: Bei Ringprobekörpern ist im Gegensatz zur Festlegung für die Reißdehnung die Dehnung auf den ursprünglichen mittleren Umfang U_m der Ringe zu beziehen.

ANMERKUNG 2: Die Benennung Modul für solche Spannungswerte ist nicht richtig und deshalb zu vermeiden. Die Benennung Modul, z. B. Elastizitätsmodul, gilt in der Regel nur für Stoffe, bei denen zwischen Spannung und Formänderung eine Proportionalität besteht. Dies ist bei Elastomeren auch schon bei kleinen Formänderungen nicht der Fall. Es ist deshalb nicht möglich, „den“ Elastizitätsmodul für ein bestimmtes Elastomer anzugeben.

ANMERKUNG 3: Neben dem Spannungswert kann auch der Dehnungswert nach ISO/DIS 37 : 1989 bei zu vereinbarenden Zugspannungen bestimmt werden.

2.5 Kraft-Längenänderungs-Kurve

Die Kraft-Längenänderungs-Kurve ist die Aufzeichnung der Beziehung zwischen Zugkraft und Längenänderung des Probekörpers während des Verlaufes des Zugversuches bis zum Reißen.

3 Bezeichnung

Bezeichnung des Zugversuches an Elastomeren nach dieser Norm unter Verwendung eines Probekörpers Ring R 1:

Prüfung DIN 53 504 — R 1

Fortsetzung Seite 2 bis 7

Normenausschuß Materialprüfung (NMP) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
Normenausschuß Kautschuktechnik (FAKAU) im DIN

Documents

4 Prüfgeräte

4.1 Meßgerät für die Dicke der Probekörper

Es ist ein Dickenmeßgerät nach DIN 53 534/05.94, Abschnitt 5.2 zu verwenden.

4.2 Meßmittel zur Bestimmung des Anfangsquerschnittes bei Ringen

Waage zur Messung des Ringgewichtes in Luft und in Wasser für die Bestimmung des mittleren Anfangsquerschnittes bei Ringen.

4.3 Zugprüfmaschine

Die Zugprüfmaschine muß der Klasse 1 nach DIN 51 221 Teil 1 entsprechen. Für Prüfungen außerhalb Raumtemperatur muß die Zugprüfmaschine mit einer temperierbaren Kammer versehen werden, die es gestattet, den Zugversuch bei der geforderten Temperatur durchzuführen. Die Temperatur der Kammer ist in der Nähe des Probekörpers zu messen und soll während des Zugversuches auf $\pm 2^\circ\text{C}$ konstantgehalten werden. Weitere Einzelheiten siehe Abschnitt 6.1.

Für die Prüfung von Ringen muß die Prüfmaschine mit einer angetriebenen und einer frei drehbaren Rolle ausgerüstet werden können. Der Weg der angetriebenen Rolle muß bei einer Umdrehung etwa 50 mm betragen. Es muß möglich sein, die Rollen so weit zusammenzufahren, daß die Ringe ungedehnt aufgelegt werden können.

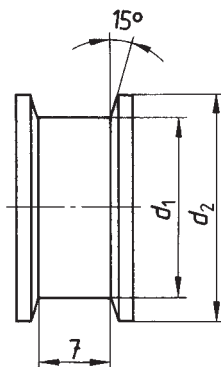


Bild 1: Rollen der Zugprüfmaschine

Tabelle 1: Maße der Rollen

Ring	d_1	d_2	Abstand der Rollennachsen bei Beginn des Versuchs
R 1	22,3	26	35,0
R 2	18,3	22	28,7

Für die Prüfung von Schulterstäben muß die Zugprüfmaschine mit zwei Einspannklemmen ausgerüstet werden können. Die Einspannklemmen müssen so ausgearbeitet sein, daß sie jederzeit eine Zentrierung der Längsachse des Probekörpers in Richtung der Zugkraft erlauben. Dies kann z.B. durch Verwendung einer Hilfsvorrichtung (Schablone) erreicht werden. Der Schulterstab soll so gehalten werden, daß ein Rutschen in den Einspannklemmen so weit wie möglich vermieden wird. Hierfür kommen vorzugsweise Einspannklemmen in Frage, die mit ansteigender Zugkraft den Druck auf den Schulterstab beibehalten oder sogar verstärken (selbst-

spannende Klemmen). Die Einspannklemmen sollen keinen vorzeitigen Bruch am Schulterstab hervorrufen.

Die Zugprüfmaschine sollte die Aufnahme von Kraft-Längenänderungskurven bzw. Spannungs-Dehnungskurven erlauben. Die Längenänderungsmeßeinrichtung muß zu jedem Zeitpunkt der Prüfung geeignet sein, die Änderung der Meßlänge des Probekörpers zu bestimmen. Sie muß möglichst trägheitsarm sein. Wird die Meßeinrichtung — im Gegensatz zu einer berührungslos arbeitenden — am Probekörper befestigt, darf weder eine Beeinträchtigung des Probekörpers noch ein Schlupf zwischen Meßeinrichtung und Probekörper auftreten.

5 Probekörper

5.1 Form der Probekörper

Prüfergebnisse, die an unterschiedlichen Probekörpern ermittelt wurden, sind nicht vergleichbar.

5.1.1 Ringe

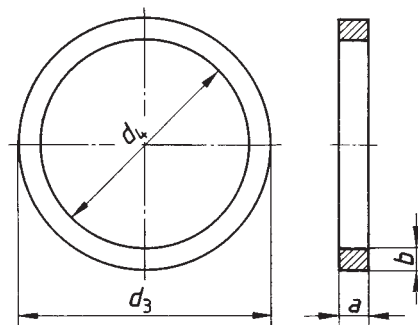


Bild 2: Ringe

Tabelle 2: Maße der Ringe

		Ring	
		R 1	R 2
Außendurchmesser d_3	$+0,05$ 0	52,6	44,6
Innendurchmesser d_4	$+0,05$ 0	44,6	36,6
Breite $b = \frac{d_3 - d_4}{2}$	$\pm 0,1$	4,0	4,0
Dicke a		$4 \pm 0,2$ oder $6,3 \pm 0,3$	$4 \pm 0,2$ oder $6,3 \pm 0,3$
Anfangsmeßlänge L_0			
a) für die Reißdehnung Innenumfang $U_i = \pi \cdot d_4$		140,1	115,0
b) für den Spannungswert mittlerer Umfang $U_m = \pi \left(\frac{d_3 + d_4}{2} \right)$		152,7	127,5
Die Maße d_3 und d_4 beziehen sich auf die Schneidwerkzeuge. Vorzugsweise soll Ring R 1 verwendet werden.			

5.1.2 Schulterstäbe

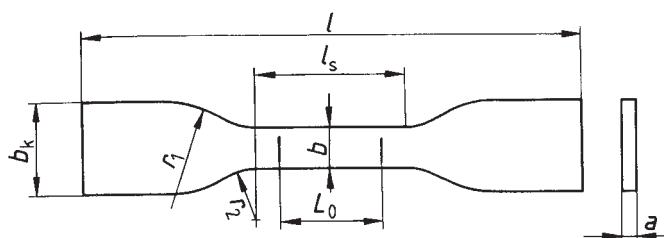


Bild 3: Schulterstab

Tabelle 3: Maße der Schulterstäbe

	Schulterstab			
	S 1	S 2	S 3	S 3A
Gesamtlänge l min.	115	75	35	50
Breite der Köpfe b_k	25	12,5	6	8,5
Länge des Stegs l_s	33	25	12	16
Breite des Stegs $b \pm 0,05$	6	4	2	4
Übergangshalbmesser, innen r_1	25	12,5	3	10
Übergangshalbmesser, außen r_2	14	8	3	7,5
Dicke a	$2 \pm 0,2$	$2 \pm 0,2$	$1 \pm 0,1$	$2 \pm 0,2$
Anfangsmeßlänge L_0	25	20	10	10
Die Maße beziehen sich auf die Schneidwerkzeuge. Die Maße für die Köpfe der Schulterstäbe und die Übergangshalbmesser vom Steg zu den Köpfen können von den vorgeschriebenen Maßen abweichen, die Symmetrie ist jedoch einzuhalten. Vorzugsweise soll Schulterstab S 2 verwendet werden.				

5.2 Herstellung der Probekörper

Bei gesonderter Herstellung von Probestücken ist die Plattenform zu wählen. Die Dicke der Platten soll gleich der Dicke der fertigen Probekörper sein.

Lassen sich die Probekörper aus Fertigteilen nicht unmittelbar ausschneiden, so sind Platten von entsprechender Dicke herauszuarbeiten, aus denen die Probekörper zu entnehmen sind.

Unebenheiten sind durch Schleifen zu beseitigen.

Die Dickenschwankungen am Ring und am Schulterstab dürfen $\pm 2,5\%$, bezogen auf den Median aus $n = 3$ Einzelmessungen, nicht überschreiten.

Die Probekörper sind nach DIN ISO 4661 Teil 1 herzustellen, bei Ringen vorzugsweise mit dem Kreisschneider.

Lassen sich Probekörper nicht in der entsprechenden Dicke (siehe Tabellen 2 und 3) oder mit entsprechenden Dickenschwankungen herstellen, etwa bei Fertigteilen, so ist dies im Prüfbericht anzugeben. Die mit diesen Probekörpern erzielten Prüfergebnisse sind nur bedingt mit den Ergebnissen vergleichbar, die mit Probekörpern gewonnen wurden, deren Dicken und Dickenschwankungen innerhalb der angegebenen Grenzabmaße lagen.

5.3 Anzahl der Probekörper

Es sind mindestens drei, in Schiedsfällen mindestens sieben, Probekörper zu prüfen. Bei Schulterstäben sind je drei (bzw. sieben) aus zwei zueinander senkrechten Richtungen zu entnehmen. Sofern feststellbar, sind diese Richtungen parallel und senkrecht zur Fertigungsrichtung zu wählen.

5.4 Meßmarken

Werden für die Dehnungsmessung an Schulterstäben berührungslose Längenänderungsmeßeinrichtungen verwendet, sind zum Festlegen der Meßlänge Meßmarken auf den Probekörpern anzubringen. Diese sollen annähernd gleich weit vom Mittelpunkt entfernt sein; ihr Abstand soll auf mindestens 1 % ermittelt werden.

Es muß sichergestellt sein, daß die Meßmarken bzw. das Markierungsmittel keine nachteilige Auswirkung auf den zu prüfenden Werkstoff haben. Meßmarken in Strichform sollen so schmal wie möglich sein.

6 Durchführung

6.1 Allgemeines

Die Prüfung wird bei $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ — im folgenden als Raumtemperatur RT bezeichnet — oder nach Vereinbarung bei einer der unten genannten Temperaturen durchgeführt. Die Probekörper müssen vorher mindestens 20 min der Prüftemperatur angeglichen worden sein. Die Prüfung soll nicht früher als 16 h, in Schiedsfällen nicht früher als 72 h nach dem Vulkanisieren durchgeführt werden.

Werden andere Temperaturen als RT gewählt, sollten folgende Abstufungen verwendet werden (nach ISO 471:1983)

-70, -55, -40, -25, -10, 0, 40, 55, 70, 85, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250°C.

ANMERKUNG: Bei Prüfungen von Ringen unterhalb RT sollten zum besseren Ausgleich der Spannungen am Ring die Stahlrollen durch einen Werkstoff mit niedrigem Reibungskoeffizienten, z.B. Kunststoff auf der Grundlage von Tetrafluorethylen, ersetzt werden.

6.2 Messen der Probekörper

Vor dem Zugversuch ist die Dicke der Probekörper an mindestens drei Stellen bei RT zu messen. Schulterstäbe sind innerhalb der Anfangsmeßlänge L_0 zu messen, vorzugsweise an deren beiden Enden und in der Mitte. Aus dem Median und dem Stanzmaß der Stegbreite (Schnittbreite der Schneidmesser) wird der Anfangsquerschnitt berechnet. In Schiedsfällen gilt die gemessene Breite.

Alternativ kann der Anfangsquerschnitt A_0 von Ringen auch über die Dichte nach dem Archimedisches Prinzip (Auftriebsverfahren — Wägung in Luft und in Wasser) bestimmt werden.

Die Berechnung des Anfangsquerschnittes A_0 erfolgt nach Gleichung (1).

$$A_0 = \frac{W_1}{\rho \cdot \pi \cdot (d_3 + d_4)/2} \quad (1)$$

Hierin bedeuten:

W_1 Wägewert des Ringes in g

ρ Dichte des Ringes in g/cm^3

d_3 Außendurchmesser des Ringes R 1 in mm

d_4 Innendurchmesser des Ringes R 1 in mm