

Prüfung von Kautschuk und Elastomeren
Bestimmung der Beständigkeit gegen Rissbildung
unter Ozoneinwirkung
Teil 1: Statische Beanspruchung

DIN
53509-1

ICS 83.060

Ersatz für
DIN 53509-1:1990-05

Testing of rubber – Determination of resistance to ozone cracking –
Part 1: Static conditions

Essai du caoutchouc et des élastomères – Détermination de la résistance aux craquelures dues à l'ozone – Partie 1: dans des conditions statiques

Zusammenhang mit der von der International Organization for Standardisation (ISO) herausgegebenen Internationalen Norm ISO 1431-1:1989 siehe Vorwort.

Vorwort

Die vorliegende Norm wurde vom Arbeitsausschuss NMP 434 „Prüfung physikalischer Eigenschaften von Kautschuk und Elastomeren“ im Normenausschuss Materialprüfung (NMP) in Anlehnung an die Internationale Norm ISO 1431-1:1989 erstellt.

Neben dem oben genannten Teil 1 besteht ISO 1431-2:1982, in der die dynamische Beanspruchung genormt ist und ISO 1431-3:2000, in der ein Referenzverfahren zur Bestimmung der Ozonkonzentration enthalten ist; dabei wird nicht dem chemischen Verfahren nach DIN 52509-2, sondern einem UV-photometrischen Verfahren der Vorzug gegeben.

ISO 1431-1:1989 weicht wie folgt von der vorliegenden Norm ab:

- die relative Luftfeuchte wird für den Normfall mit $\leq 65\%$ nur nach oben begrenzt. Sind die Fertigerzeugnisse zum Einsatz in feuchten Klimazonen bestimmt, soll in einer relativen Luftfeuchte von 80 bis 90 % geprüft werden,
- zur Sicherstellung eines ausreichenden Ozonangebots soll das Verhältnis der Probenoberfläche zum Durchfluss den Wert $25 \text{ s} \times \text{m}^{-1}$ nicht übersteigen,
- bei Verfahren A wird eine Prüfdauer von vorzugsweise 72 h anstatt 48 h angegeben,
- bei Verfahren B erfolgt keine Begrenzung auf 96 h,
- bei Verfahren A ist eine Beurteilung nach Bewertungsstufen anhand einer Risstafel nicht vorgesehen. Es ist lediglich anzugeben, ob es zu einer Rissbildung gekommen ist oder nicht. Falls erforderlich, sollte eine Photographie erfolgen,
- es sind zusätzlich T50-Hantelproben von nur 2 mm Breite zugelassen, wenn es nur darum geht, den Beginn der Rissbildung festzustellen,
- ferner werden Probekörper zugelassen, die es gestatten, mehrere verschiedene Dehnungen gleichzeitig aufzubringen, und zwar der Annulus-Probekörper und ein rechteckiger Probekörper, der zu einer Schleife gebogen wird.

Fortsetzung Seite 2 bis 11

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

Zu beachten ist, dass eine Ozonkonzentration von 200 pphm, vor allem mit den größeren auf dem Markt befindlichen Geräten, bei 40 °C und der vorgeschriebenen Feuchte wegen des zu schnellen Zerfalls schwer eingehalten werden kann. Es wird dann zweckmäßig bei niedrigerer Temperatur geprüft.

Zur Frage der Einheit, in welcher die Ozonkonzentration angegeben wird, sei das Folgende erläutert (siehe 7.1): Auf dem Gebiet der Elastomerprüfung ist die Einheit pphm (V/V) gebräuchlich. Für die Umsatzgeschwindigkeit des Ozons auf der Elastomeroberfläche und damit für die Rissbildung ist aber die Anzahl der Ozonmoleküle und damit die Masse je Volumen maßgebend. Mit der chemischen Analyse nach DIN 53509-2 wird die Anzahl der Mole $n(O_3)$ und damit die Masse je Volumen bestimmt.

Der Wert

$$\frac{n(O_3)}{V}$$

wird dann durch Multiplikation mit dem Faktor

$$\frac{RT}{p}$$

in Volumen je Volumen umgerechnet.

Bezüglich des Drucks hat dies zur Folge, dass in Orten mit niedrigerem Luftdruck niedrigere m/V -Werte, die eine geringere Rissbildung bewirken können, gleiche V/V -Werte ergeben wie höhere m/V -Werte in Orten mit höherem Luftdruck. Daher ist man in den USA dazu übergegangen, für die Ozonkonzentration den Partialdruck anzugeben, dabei ist:

$$p(O_3) = \frac{n(O_3)}{V} \times RT$$

(siehe ASTM D-1149-81). Für Normaldruck und 20 °C gilt: 1 pphm = 1,1 mPa. In Deutschland ist das Problem unterschiedlichen Luftdrucks weniger gravierend, so dass die Angabe in pphm aus diesem Grund nicht aufgegeben werden muss. Jedoch ist die Angabe in m/V exakter.

Die Temperatur wirkt sich aus, wenn die Prüfung bei höherer Temperatur erfolgt als die chemische Analyse. Das Verhältnis V/V bleibt mit steigender Temperatur konstant, die Anzahl der Mole je Volumeneinheit nimmt aber ab. Bei einer Prüftemperatur von 40 °C ist sie gegenüber 23 °C (angenommene Temperatur am Strömungsmesser bei der Analyse) gemäß dem Faktor

$$\frac{296}{313} = 0,95$$

um 5 % geringer.

Zur Bildung von Ozonrissen an Elastomeren seien noch die folgenden allgemeinen Bemerkungen gemacht:

Unter Einwirkung von Ozon treten an der Oberfläche eines Elastomers nur dann Risse auf, wenn sich dieses im gedehnten Zustand befindet. Das Rissmuster und das Ausmaß der Rissbildung sind von der Größe und der Art der aufgetragenen Dehnung abhängig. Bei einem sich im Einsatz befindlichen Elastomerartikel kann die Dehnung an verschiedenen Stellen seiner Oberfläche zwischen einem Mindestwert und einem Höchstwert schwanken. Für die Beurteilung der Beständigkeit gegenüber Ozoneinwirkung sollte die Rissbildung für alle Dehnungen, die zwischen diesen Extremwerten liegen, gemessen werden.

Das erste Kriterium für die Charakterisierung eines Elastomers hinsichtlich seiner Beständigkeit gegenüber Ozoneinwirkung stellt die vollständige Abwesenheit von Rissen dar. Daher ist seine Beständigkeit gegenüber Ozon umso größer, je höher für eine bestimmte Beanspruchungszeit die kritische Dehnung ist, je höher die kritische Dehnung unter Dauerbeanspruchung oder je länger die Beanspruchungszeit ist, nach der für eine bestimmte Dehnung eines Probekörpers erste Risse auftreten.

Zwischen der Art und Weise der Ozonrissbildung und der herrschenden Dehnung besteht keine einfache funktionelle Beziehung. Die Zahl der Risse auf der Oberfläche eines Probekörpers hängt von der Größe der Risse ab und diese Beziehung wiederum wird für eine gegebene Elastomerqualität bei einer vorgewählten Beanspruchungsdauer und Dehnung des Probekörpers durch die kritische Dehnung bestimmt.

Nach der Definition der kritischen Dehnung tritt für eine bestimmte Beanspruchungszeit keine Rissbildung auf, falls die Dehnung des Probekörpers bei oder unter diesem Dehnungswert liegt. Einige große Risse entstehen, wenn die Dehnung etwas über der kritischen Dehnung liegt. Mit zunehmender Dehnung werden die Risse zahlreicher und zugleich kleiner; bei sehr hohen Dehnungen können die Risse für das bloße Auge unsichtbar werden.

Mit zunehmender Beanspruchungszeit kann es zu einem Zusammenwachsen von Rissen kommen, besonders dann, wenn sie in großer Zahl auf der Oberfläche des Probekörpers auftreten. Es bilden sich dann längere Risse ohne eine entsprechende Tiefe.

Das wird wahrscheinlich sowohl durch einen Weiterreiß-Prozess als auch durch die Ozoneinwirkung verursacht und führt bei hohen Dehnungen zu einer Anzahl von großen Rissen inmitten einer Vielzahl von kleinen Rissen.

Änderungen

Gegenüber DIN 53509-1:1990-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Bei Verfahren A wurde zusätzlich zu der Beurteilung des Rissbildes nach den Stufen 0 bis 3 eine Beurteilung nach Klassen, die auf der Anzahl bzw. der Länge der Risse beruhen, eingeführt.
- b) Es wurde klargestellt, dass die Feststellung der Rissbildung unter Verwendung einer Lupe, die Beurteilung des Rissbildes dagegen ohne Lupe geschieht.
- c) Die Formel für die Ozonkonzentration in 7.1 wurde mit dem Faktor 5,78 korrigiert.

Frühere Ausgaben

DIN 53509-1: 1964-03; 1980-03; 1990-05

1 Anwendungsbereich und Zweck

Das in dieser Norm festgelegte Prüfverfahren dient zur Bestimmung der Beständigkeit von Elastomeren gegen Rissbildung, wenn diese im gedehnten Zustand einer bestimmten Ozonkonzentration ausgesetzt werden.

Ozon ist der wesentliche Faktor bei den Schädigungen durch die natürliche Bewitterung von Elastomeren. Es tritt aber auch in Innenräumen, besonders im Bereich von elektrischen Entladungen und UV-Strahlungsquellen auf. Dabei sind die Ergebnisse vor allem von der Ozonkonzentration und der Dehnung des Materials abhängig. Hinzu kommen die Einflüsse von Temperatur, Luftfeuchte, Sonneneinstrahlung, Luftverunreinigung und Niederschlägen.

Bei der statischen Prüfung nach dieser Norm wird auf die Beurteilung aller sekundären Bewitterungseinflüsse verzichtet und nur, mit jeweils konstanten Dehnungen sowie mit konstanter Ozonkonzentration, Temperatur und Luftfeuchte gearbeitet.

Die Prüfung ist durchzuführen, wenn im Gebrauch nur statische Beanspruchung zu erwarten ist.

Das Verfahren ist nicht geeignet zum Ermitteln der Lichtbeständigkeit.

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

DIN 7716, *Erzeugnisse aus Kautschuk und Gummi – Anforderung an die Lagerung, Reinigung und Wartung.*

DIN 50014, *Klimate und ihre technische Anwendung – Normalklimate.*

DIN 53502, *Prüfung von Elastomeren und mit Elastomeren beschichtete Gewebe – Probekörper – Richtlinien für die Herstellung.*

DIN 53509-2, *Prüfung von Kautschuk und Elastomeren – Beschleunigte Alterung von Elastomeren unter Einwirkung von Ozon – Bestimmung der Ozonkonzentration (Referenz-Verfahren).*

ISO 1431-1:1989, *Rubber, vulcanized or thermoplastic – Resistance to ozone cracking – Part 1: Static strain test.*

3 Begriffe

3.1

Kritische Dehnung

Die kritische Dehnung ist die größte Dehnung, bei der unter festgelegten Bedingungen keine Risse durch Ozoneinwirkung verursacht werden.

4 Grundlage des Verfahrens

Die Probekörper werden in Einspannvorrichtungen um ein bestimmtes Maß gedehnt und in einer Prüfkammer bei bestimmter Temperatur und Luftfeuchte während bestimmter Zeiten einem definierten Luftstrom mit einer bestimmten Ozonkonzentration ausgesetzt. Es wird die Rissbildung beurteilt.

Die Versuchsdurchführung kann nach einem der folgenden Verfahren geschehen:

Verfahren A

Beurteilung des Rissbildes nach vorgegebener Beanspruchungsdauer bei vorgegebener Dehnung.

Verfahren B

Bestimmung der Beanspruchungsdauer bis zum Rissbeginn bei vorgegebener Dehnung.

Verfahren C

Bestimmung der Beanspruchungsdauer bis zum Rissbeginn für mindestens vier verschiedene Dehnungen. Angabe der kritischen Dehnung für eine bestimmte Beanspruchungsdauer.

5 Geräte

5.1 Einspannvorrichtungen für die Probekörper

Der Werkstoff der Einspannvorrichtung darf die Ozonkonzentration nicht messbar beeinflussen. Geeignet sind z. B. Aluminium und nichtrostender Stahl. Scharfe Kanten sind zu vermeiden. Die Einspannvorrichtung muss sicherstellen, dass die zu beurteilenden Flächen des Probekörpers mit der ozonisierten Luft in der Prüfkammer in Berührung kommen und an der Oberfläche eine definierte Strömung eingehalten werden kann.

Für Streifenproben werden Schraubklemmen verwendet, mit denen die Proben bis zu 80 % gedehnt werden können. Dabei ist von einer freien Einspannlänge der Probekörper im ungedehnten Zustand von mindestens 40 mm auszugehen.

Für Hantelproben sind Einhängevorrichtungen zu verwenden, die klauenförmige Halterungen mit einer lichten Weite von 5 mm besitzen, die einen Anfangsabstand von 50 mm aufweisen, der bis auf 90 mm (80 % Dehnung) vergrößert werden kann.

Für scheibenförmige Probekörper werden Einspannschienen nach Bild 1 verwendet. Darin ergibt sich eine maximale Dehnung der Probekörper von etwa 20 %.

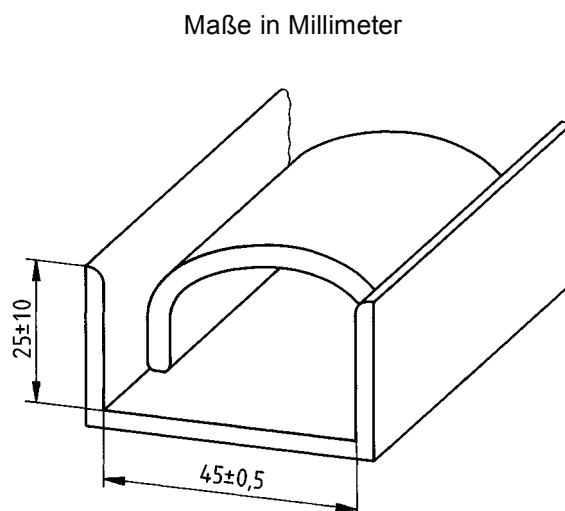


Bild 1 – Einspannschiene für scheibenförmige Probekörper