

Prüfung von Kautschuk und Elastomeren

Bestimmung des Verhaltens gegen Flüssigkeiten, Dämpfe und Gase

DIN
53 521

Testing of rubber and elastomers; determination of the resistance to liquids, vapours and gases

Ersatz für Ausgabe 04.79

Essais de caoutchouc et des élastomères; détermination de la résistance aux liquides, vapeurs et gazes

Zusammenhang mit der von der International Organization for Standardization (ISO) herausgegebenen Internationalen Norm ISO 1817 – 1985 siehe Erläuterungen.

1 Anwendungsbereich und Zweck

Die Prüfungen nach dieser Norm dienen dazu, das Verhalten von Elastomeren mit Ausnahme von Schaumstoffen ¹⁾ gegen Flüssigkeiten, Dämpfe und Gase ²⁾, im folgenden „einwirkender Stoff“ oder „Prüfmittel“ genannt, festzustellen. Fette sind als hochviskose Flüssigkeiten aufzufassen.

Diese Norm kann sowohl zu Prüfungen im Rahmen der Güteüberwachung, als auch zur Überwachung des Langzeitverhaltens und für Entwicklungsarbeiten angewandt werden. Die angegebenen Prüfbedingungen sollen dazu dienen, für den jeweiligen Anwendungsfall geeignete Prüfbedingungen auszuwählen bzw. diese zu vereinbaren.

Das Formblatt für den Prüfbericht nach Anhang A soll die Darstellung der Prüfbedingungen und der Prüfergebnisse erleichtern. Der Anhang A unterliegt nicht dem Vervielfältigungsrandvermerk.

Das Quellverhalten ist abhängig vom Spannungszustand des Elastomers (Druck, Zug). Die Prüfung nach dieser Norm erfolgt im spannungsfreien Zustand.

2 Begriff

Das Verhalten von Elastomeren gegenüber Flüssigkeiten, Dämpfen oder Gasen im Sinne dieser Norm ist die Änderung der untersuchten Eigenschaften wie Masse, Volumen, lineare Abmessungen, Härte, Reißfestigkeit und -dehnung durch Einwirkung eines dieser Stoffe oder eines als Prüfmittel für diesen verwendeten repräsentativen Stoffes. Die Eigenschaftsänderung kann unmittelbar nach der Einwirkung und bei flüchtigen Prüfmitteln auch nach deren Entfernung aus den Probekörpern ermittelt werden.

3 Bezeichnung

Bezeichnung des Verfahrens zur Bestimmung des Verhaltens gegen Flüssigkeiten, Dämpfe und Gase (A):

Prüfung DIN 53 521 – A

4 Prüfgeräte

4.1 Prüfgefäße

Die Prüfgefäße müssen aus Werkstoffen bestehen, die gegen das Prüfmittel beständig sind und nicht katalytisch wirken (z. B. kein Kupfer enthalten), vorzugsweise aus Glas. Die Größe der Prüfgefäße ist so zu bemessen, daß die in Abschnitt 7.1 vorgeschriebene Menge des Prüfmittels eingehalten werden kann und die über dem Prüfmittel verbleibende Luftmenge möglichst gering ist. Die Prüfgefäße müssen zur Vermeidung eines Austausches mit der umgebenden Luft ausreichend dicht verschließbar sein.

¹⁾ Schaumstoffe siehe DIN 7726 und DIN 53 428

²⁾ Siehe DIN 53 508 und DIN 53 509 Teil 1

Anmerkung: Bei der Prüfung nach dieser Norm ist der Einfluß von Luftsauerstoff, der zusätzliche Alterungsvorgänge bewirken kann, zu vermeiden. Wird zur Nachahmung bestimmter in der Praxis auftretender Alterungsvorgänge bei gleichzeitiger Medieneinwirkung die Prüfung in offenen Gefäßen ohne Deckel oder Stopfen durchgeführt, so hängen die Ergebnisse dabei zusätzlich vom Verhältnis der Oberfläche des Prüfmittels, die der Luft ausgesetzt ist, zu dessen Volumen ab und sind mit den Ergebnissen der Prüfung nach dieser Norm nicht vergleichbar.

4.1.1 Für die drucklose Lagerung in Flüssigkeiten, die bei der Prüftemperatur keine nennenswerte Verdunstung oder Feuchtigkeitsaufnahme aufweisen, können Gefäße mit durchgehendem Rand und Deckel oder einfache Kolben bzw. Flaschen mit Stopfen verwendet werden. Ein Luftaustausch (Zutritt von Außenluft) darf nicht stattfinden.

4.1.2 Für die Lagerung in flüchtigen oder feuchtigkeitsempfindlichen Flüssigkeiten bei Raumtemperatur sind dichtverschließbare Gefäße, z. B. mit Schlißverbindung, zu verwenden.

4.1.3 Ist eine starke Verdunstung des Prüfmittels zu erwarten (z. B. bei Flüssigkeiten mit hohem Dampfdruck und bei hohen Temperaturen besonders im Bereich des Siedepunktes) sind dichtschießende Gefäße mit Schlißverbindung und aufgesetztem Rückflußkühler zu verwenden. Gegen die Atmosphäre sind die Kühler mit einem einfachen Flüssigkeitsventil oder Trockenrohr abzuschließen.

4.1.4 Für die Lagerung bei einseitiger Einwirkung ist vorzugsweise das im Bild dargestellte Gerät zu verwenden. Für Fertigteile, z. B. Schläuche mit Gewebeeinlage, sind gegebenenfalls spezielle Prüfanordnungen zu vereinbaren.

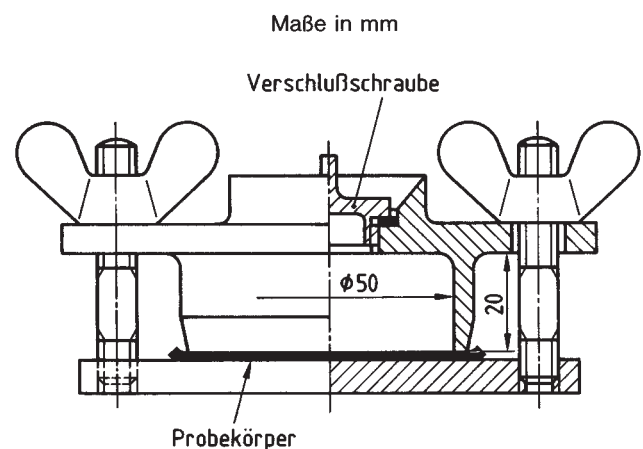


Bild. Prüfvorrichtung für einseitige Einwirkung

Fortsetzung Seite 2 bis 14

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

4.1.5 Bei Verwendung gefährlicher Flüssigkeiten und Gase und bei Arbeiten unter Druck sind unter Beachtung der entsprechenden Sicherheitsvorschriften ³⁾ entsprechende Prüfgefäße zu vereinbaren.

4.2 Probekörperhalterung

Für Probekörperhalterungen sind Werkstoffe zu verwenden, die nicht katalysierend wirken (z. B. kein Kupfer enthalten) und beständig gegen das Prüfmittel sind. Die Halterungen müssen sicherstellen, daß die Probekörper dem Prüfmittel allseitig ausgesetzt sind.

4.3 Temperiergeräte

Zur Temperierung sind regelbare Heizquellen, die eine Einhaltung der in Abschnitt 7.2 angegebenen Einwirkungstemperaturen gestatten, zu verwenden. Je nach Prüfmittel eignen sich z. B. Wärmeschränke, Heizhauben, Sand- oder Flüssigkeitsbäder.

Bei leichtflüchtigen Prüfmitteln oder Prüfmitteln mit niedriger Explosionsgrenze dürfen nur explosionsgeschützte Wärmequellen oder dampfbeheizte Flüssigkeitsbäder in einem explosionsgeschützten Raum verwendet werden.

5 Probekörper

5.1 Form und Maße

Die Prüfungen werden vorzugsweise an den in Tabelle 1 aufgeführten Probekörpern durchgeführt.

Tabelle 1. **Probekörper**

Form und Abmessungen	Anwendung
Normstab S 2 nach DIN 53 504 Dicke ($2 \pm 0,2$) mm	Bestimmung der Änderung von Masse, Volumen, linearen Abmessungen, Härte, Reißfestigkeit, Reißdehnung
Scheiben, 36,6 mm Durchmesser Dicke ($2 \pm 0,2$) mm	Bestimmung der Änderung von Masse, Volumen, lineare Abmessungen, Härte
Scheiben, 60 mm Durchmesser mit Erzeugnisdicke	bei einseitiger Einwirkung

Aus Fertigteilen sind die Probekörper herauszuarbeiten. Ist dies nicht möglich, soll das Fertigteil selbst oder ein Teil davon verwendet werden, wobei im Regelfall eine Dicke von ($2 \pm 0,2$) mm und ein Volumen von 1 bis 3 cm³ einzuhalten sind. Dabei ist auf den Einfluß der Form und Maße der Probekörper und der Oberflächenbeschaffenheit (z. B. Vulkanisationshaut) zu achten. Für vergleichende Prüfungen sind nur Probekörper gleicher Form und Maße zu verwenden.

5.2 Herstellung

Die Probekörper sind nach DIN 53 502 herzustellen. Probekörper für die Bestimmung der Änderung richtungsabhängiger Eigenschaften sind den Platten oder Fertigteilen in einer Richtung zu entnehmen.

5.3 Anzahl

Für jede Prüfung sind mindestens drei, in Schiedsfällen fünf Probekörper zu verwenden.

Anmerkung: Besonders bei leichtflüchtigen Prüfmitteln sowie bei geringer Eigenschaftsänderung können große Streuungen der für die Eigenschaftsänderung ermittelten Werte auftreten, wodurch mindestens fünf Probekörper erforderlich sind.

5.4 Zeitspanne zwischen Vulkanisation und Prüfung

Die Prüfung einschließlich Einwirkung soll nicht früher als 16 Stunden und nicht später als 4 Wochen nach dem Vulkanisieren begonnen werden. Ist dies nicht möglich, etwa bei Fertigteilen, sollte nicht später als 3 Monate nach der Vulkanisation mit der Einwirkung begonnen werden. Andernfalls ist mit der Einwirkung spätestens 2 Monate nach Auslieferung an den Abnehmer zu beginnen.

5.5 Konditionierung

Für die Prüfungen der Eigenschaften im Anlieferungszustand sind die Probekörper mindestens 3 Stunden lang bei einer Temperatur von (23 ± 2) °C zu lagern.

6 Prüfmittel

Vorzugsweise ist der für den jeweiligen Anwendungsfall vorgesehene einwirkende Stoff als Prüfmittel zu verwenden (Gebrauchs-Elastomer/Gebrauchs-Prüfmittel).

Unterliegt die Zusammensetzung handelsüblicher Stoffe Schwankungen, so können dadurch Abweichungen in den Eigenschaftsänderungen durch die Einwirkung bedingt sein. Diese Abweichungen können zweckmäßig mit Standard-Referenz-Elastomeren ⁴⁾ nach DIN 53 538 Teil 1 bis Teil 3, Teil 4 (z. Z. Entwurf) und Teil 5 (z. Z. Entwurf) festgestellt werden (Referenz-Elastomer/Gebrauchs-Prüfmittel).

In solchen Fällen ist ein für den betreffenden Stoff oder für die betreffende Stoffgruppe repräsentatives, chemisch gut definiertes bzw. eindeutig spezifiziertes Referenz-Prüfmittel zu verwenden (Gebrauchs-Elastomer/Referenz-Prüfmittel).

Bei technischen Produkten stärker schwankender Zusammensetzung, wie Mineralölen, Kraftstoffen u. a., wird zweckmäßig ein genormtes Referenz-Prüfmittel verwendet. Zum Zweck der Klassifizierung und der Gütesicherung sind für derartige technische Produkte stets genormte Referenz-Prüfmittel zu verwenden. Die Referenz-Prüfmittel können in ihrer Wirkung durch Standard-Referenz-Elastomere charakterisiert werden (Referenz-Elastomer/Referenz-Prüfmittel).

Das anzuwendende Referenz-Prüfmittel ist zu vereinbaren. Empfohlene Referenz-Prüfmittel sind in den Tabellen 2 bis 7 aufgeführt. ⁴⁾

Anmerkung: Werden bei einer Stoffgruppe sehr verschiedenartige und in ihrer Zusammensetzung meist unbekannte Zusätze verwandt, kann dies bei hohen Gebrauchstemperaturen zu komplexen chemischen Einwirkungen auf die Elastomere führen. Ein für diese Stoffgruppe repräsentatives Referenz-Prüfmittel kann dann nicht angegeben und verwandt werden. Es kann dann nur der spezielle, für den Gebrauch vorgesehene Stoff selbst als Prüfmittel verwendet werden, entweder in Lagerungsversuchen mit dem Gebrauchselastomer oder aber mit Standard-Referenz-Elastomeren, wodurch Grenzwerte der Eigenschaftsänderungen festgelegt werden können. Diese Grenzwerte sollen eine ausreichende Beständigkeit von Elastomeren des Typs, der durch das Standard-Referenz-Elastomer repräsentiert wird, sicherstellen und gleichzeitig den einwirkenden Stoff hinsichtlich des Verhaltens gegenüber dem Elastomer fixieren.

7 Einwirkungsbedingungen

7.1 Menge des Prüfmittels

Das Volumen des Prüfmittels muß mindestens das 15fache, vorzugsweise das (80 ± 5)fache, in besonderen Fällen das (160 ± 10)fache, des Probekörpervolumens betragen.

³⁾ Druckbehälter-Richtlinien TRbF 100

⁴⁾ Über Bezugsquellen gibt Auskunft:
DIN-Bezugsquellen für normgerechte Erzeugnisse, Burggrafenstraße 6, 1000 Berlin 30

Die erforderliche Menge ist zu ermitteln oder zu vereinbaren (siehe Tabelle 8). Das Prüfmittel muß die Probekörper allseitig umgeben, wobei die umgebende Schicht mindestens 5 mm, bei flüssigem Prüfmittel nach oben und unten 10 bis 20 mm betragen soll.

Die Veränderung des Prüfmittels durch Alterung und durch die Wechselwirkung mit den Probekörpern ist zu beachten.

Enthält das Prüfmittel begrenzte Mengen aggressiver Komponenten oder verändert sich das Prüfmittel während der Einwirkung durch Abgabe oder Aufnahme von Substanzen erheblich, so sind die genaue Menge des Prüfmittels bzw. die Zeitabstände für seine Erneuerung zu vereinbaren.

7.2 Einwirkungstemperaturen

Die Einwirkungstemperatur ist unter Berücksichtigung der Gebrauchstemperatur aus der nachfolgenden Reihe auszuwählen:

- (70 ± 1) °C	(23 ± 2) °C	(125 ± 1) °C
- (55 ± 1) °C	(40 ± 1) °C	(150 ± 2) °C
- (40 ± 1) °C	(55 ± 1) °C	(175 ± 2) °C
- (25 ± 1) °C	(70 ± 1) °C	(200 ± 2) °C
- (10 ± 1) °C	(85 ± 1) °C	(225 ± 2) °C
(0 ± 1) °C	(100 ± 1) °C	(250 ± 3) °C

Im allgemeinen ist die der Gebrauchstemperatur am nächsten liegende, höhere Temperatur anzuwenden. Andere Temperaturen, z. B. die Siedetemperatur des Prüfmittels, sind zu vereinbaren.

Anmerkung: Bei Prüfungen bei einer höheren Temperatur als der Gebrauchstemperatur muß sichergestellt sein, daß bei dieser höheren Temperatur keine anderen Prozesse ablaufen als bei der Gebrauchstemperatur.

7.3 Einwirkungsdauer

Es wird empfohlen, die Eigenschaften der Probekörper nach unterschiedlicher Einwirkungsdauer des Prüfmittels auf das Elastomer zu messen, um die zeitliche Abhängigkeit der Eigenschaftsänderung zu erfassen und die Zeitspanne zu ermitteln, nach welcher ein Gleichgewichtszustand erreicht ist.

Für die Güteüberwachung kann die Anwendung nur einer einzigen Einwirkungsdauer ausreichend sein, wobei die Prüfbedingungen so zu wählen sind, daß ein gewisser Gleichgewichtszustand hinsichtlich der zu prüfenden Eigenschaft erreicht wird.

Vorzugsweise sind folgende Einwirkungsdauern anzuwenden:

(22 ± 0,25) h; (70 ± 2) h; 7 d ± 2 h oder ein Vielfaches von 7 d. Bei rasch eindringenden Prüfmitteln: 2, 4, 6, 16 h.

8 Durchführung und Auswertung

Die Eigenschaften, deren Änderungen durch die Einwirkung des Prüfmittels bestimmt werden soll, werden vor der Einwirkung, unmittelbar nach der Einwirkung und gegebenenfalls nach anschließender Trocknung gemessen. Bei der Härte wird die absolute Eigenschaftsänderung (einfache Differenz) angegeben. Bei den anderen Eigenschaften wird die relative Eigenschaftsänderung in Prozent, bezogen auf den Anfangswert vor der Einwirkung, angegeben.

Die Änderung der Masse, des Volumens und der linearen Abmessungen werden naturgemäß am einzelnen Probekörper ermittelt. Aus den erhaltenen Einzelwerten für die Änderung werden arithmetisches Mittel und Standardabweichungen errechnet.

Bei den Werkstoffeigenschaften Härte, Reißfestigkeit und -dehnung werden die Änderungen aus den Mittelwerten bzw. Medianen der vor und nach Lagerung ermittelten Einzelwerte errechnet. Zur Angabe der Streuungen werden aus den Einzelwerten die arithmetischen Mittelwerte und die Standard-

abweichungen errechnet. Daraus werden Mittelwert und Standardabweichung der Eigenschaftsänderung erhalten. Aus diesen beiden Werten können Variationskoeffizient und Vertrauensbereich des Mittelwertes für eine statistische Sicherheit von 95 % nach DIN 53 598 Teil 1 errechnet werden.

8.1 Lagerung im Prüfmittel

Nach Kennzeichnung der Probekörper und Durchführung der Messungen im Ausgangszustand werden die Probekörper in Gefäßen nach Abschnitt 4 so in das Prüfmittel nach Abschnitt 6 eingetaucht, daß sie spannungsfrei, ausreichend lichtgeschützt und dem Prüfmittel von allen Seiten zugänglich, sich gegenseitig und die Gefäßwände nicht berührend, vorzugsweise hängend, im Prüfgefäß lagern. Bezüglich der Menge des Prüfmittels ist Abschnitt 7.1 zu beachten. Für jede Lagerung ist ungebrauchtes Prüfmittel zu verwenden. Proben für die einseitige Einwirkung werden in einer Prüfvorrichtung (siehe Bild) so angeordnet, daß die zu prüfende Fläche nach oben gerichtet und mit Prüfmittel überschichtet ist.

In einem Prüfgefäß sind Probekörper nur eines Elastomers zu lagern. Die Probekörper werden unmittelbar nach dem Eintauchen auf die Prüftemperatur gebracht. Bezüglich einer eventuellen Erneuerung des Prüfmittels während der Lagerung siehe Abschnitt 7.1.

Nach Ablauf der Einwirkungsdauer werden die Probekörper im Prüfmittel innerhalb von max. 30 Minuten der Raumtemperatur (23 ± 5) °C angeglichen. Das Erreichen dieses Temperaturbereiches durch die Probekörper muß sichergestellt sein und kann – falls nicht anders möglich – durch Überführen in ungebrauchtes Prüfmittel von Raumtemperatur bewirkt werden. Dies ist im Prüfbericht zu vermerken.

8.2 Entfernung anhaftenden Prüfmittels

Unmittelbar nach dem Angleichen an die Raumtemperatur werden die Probekörper aus dem Prüfmittel entnommen. Anhaftende Reste des Prüfmittels werden sorgfältig entfernt. Dabei verfährt man wie folgt:

- Bei schwerflüchtigen Flüssigkeiten werden die Probekörper mit nichtfaserndem, saugfähigem Zellstoffpapier abgetrocknet. Falls erforderlich, können sie auch mit einem inerten, leichtflüchtigen Lösungsmittel, wie z. B. Petroläther oder Methanol, abgespült und mit Zellstoffpapier abgetrocknet werden. Bei mit Wasser mischbaren Flüssigkeiten ist vorher mit Wasser abzuspülen. Bei hochviskosen Flüssigkeiten können die Probekörper abweichend von Abschnitt 8.1 auch aus dem warmen Prüfmittel entnommen und mit Zellstoffpapier abgetrocknet werden. Dies ist im Prüfbericht zu vermerken.
- Bei leichtflüchtigen Flüssigkeiten genügt meist Verdunstung an der Luft (nicht länger als 10 Sekunden).

8.3 Trocknen der Probekörper

Nach Vereinbarung können flüchtige Prüfmittel aus den Probekörpern bis zur annähernden Gewichtskonstanz (Gewichtsdifferenz zwischen Wägungen im 30-Minuten-Abstand nicht größer als 1 mg) wieder entfernt werden. Zur Vermeidung von Alterungsvorgängen ist dazu vorzugsweise bei 40 °C und einem Vakuum von etwa 20 kPa (200 mbar) zu lagern.

Eine Blasenbildung im Elastomer ist durch schonendes Vorgehen zu vermeiden. Vor den anschließenden Prüfungen sind die Probekörper mindestens 3 Stunden im Normklima DIN 50 014 – 23/50 zu lagern.

8.4 Prüfungen nach der Einwirkung, Allgemeines

Die Prüfungen sollen unmittelbar nach Entfernen des anhaftenden Prüfmittels durchgeführt und spätestens innerhalb 1 Stunde abgeschlossen werden. Bei leichtflüchtigen Prüfmitteln ist nach Abschnitt 8.4.1 bei Gasen und Dämpfen nach Abschnitt 8.4.2 zu verfahren.

Wurde eine Trocknung der Probekörper durch Entfernung des Prüfmittels nach Abschnitt 8.3 vereinbart, so sind die Prüfungen der Eigenschaften innerhalb 1 Stunde nach Abschluß der Konditionierung durchzuführen.

8.4.1 Verfahren bei leichtflüchtigem Prüfmittel

Die Bestimmung der Masseänderung ist der Bestimmung der Volumenänderung vorzuziehen.

Zur Bestimmung der Masse ist der Probekörper unmittelbar nach der Entfernung anhaftenden Prüfmittels in ein dicht schließendes Wägegglas zu überführen.

Zur Bestimmung des Volumens ist die Wägung innerhalb einer Minute durchzuführen und unmittelbar anschließend im Verlauf einer weiteren Minute der Auftrieb zu bestimmen, wobei eine zweite vorbereitete Waage günstig ist. Ist eine unmittelbar anschließende Messung des Auftriebs nicht möglich, so ist der Probekörper in das Prüfmittel zurückzubringen.

Anmerkung: Das Überführen der Probekörper in ein Wägegglas ist vermeidbar, wenn die Wägung im Augenblick der Beendigung der Entfernung anhaftenden Prüfmittels automatisch erfolgt und zur Bestimmung des Volumens unmittelbar danach der Auftrieb bestimmt wird.

Werden die zur Massebestimmung verwendeten Probekörper auch zur Ermittlung der linearen Abmessungen, der Härte oder der Reißfestigkeit und -dehnung benutzt, so sind sie nach der Wägung in das Prüfmittel zurückzubringen. Eine hierdurch bedingte Verlängerung der Lagerungszeit muß vernachlässigbar bleiben. Unmittelbar vor der Messung werden sie dem Prüfmittel wieder entnommen und gereinigt.

Die Messung der linearen Abmessungen ist zweckmäßig in einem möglichst kleinen, dicht schließenden Gefäß gegebenfalls mit Sichtfenster, vorzunehmen, das mit dem Dampf des Prüfmittels gesättigt ist. Ist dies nicht möglich, so müssen in bestimmten Zeitabständen nach der Entnahme aus dem Prüfmittel Messungen vorgenommen und die Meßwerte graphisch auf den Entnahmezeitpunkt Null extrapoliert werden.

Die Prüfungen sind innerhalb folgender Zeiten abzuschließen: lineare Abmessungen 1 Minute je Probekörper, Härte 1 Minute, Reißfestigkeit und -dehnung 2 Minuten je Probekörper.

Werden für die Bestimmungen der Eigenschaften jeweils eigene Probekörper verwendet, dann sind die Messungen innerhalb der gleichen Zeiten durchzuführen.

8.4.2 Verfahren bei Gasen und Dämpfen

Die Messung der Härte und der linearen Abmessungen ist unmittelbar nach Ablauf der Einwirkungszeit im Prüfgefäß durchzuführen.

Zur Bestimmung (Abschätzung) der Masseänderung werden die Probekörper in bestimmten Zeitabständen nach der Entnahme aus dem Prüfmittel gewogen und die Einzelwerte graphisch auf den Entnahmezeitpunkt Null extrapoliert.

Die Ermittlung von Reißfestigkeit und Reißdehnung ohne vorherige Trocknung bzw. Entfernung des Prüfmittels aus dem Probekörper ist nicht vorgesehen.

8.5 Bestimmung der Masseänderung

Die gekennzeichneten Probekörper werden vor und nach der Lagerung in dem Prüfmittel auf 1 mg gewogen. Die Änderung wird auf die Masse vor der Lagerung bezogen.

$$\Delta m/m_0 = \frac{m - m_0}{m_0} \cdot 100 \text{ in } \%$$

Hierin bedeuten:

$\Delta m/m_0$ relative Masseänderung in %
 m_0 Masse vor der Einwirkung in g
 m Masse nach der Einwirkung in g

Aus den so erhaltenen Einzelwerten von $\Delta m/m_0$ werden das arithmetische Mittel und die Standardabweichung errechnet.

8.6 Bestimmung der Volumenänderung

Es wird die Auftriebsmethode angewandt (Durchführung siehe DIN 53 479). In der Regel wird als Auftriebsflüssigkeit demineralisiertes Wasser verwendet, wobei durch Zusatz geringer Mengen eines Detergens Luftblasenbildung am Probekörper vermieden wird.

Ist das Prüfmittel mit Wasser mischbar oder kann es mit diesem chemisch reagieren, so muß eine andere geeignete Auftriebsflüssigkeit oder das Prüfmittel selbst verwendet werden.

Anmerkung: Bei Verwendung des Prüfmittels selbst erfolgt die Messung des Auftriebs zweckmäßig vor der Bestimmung der Masse.

Ist die Dichte des gequollenen Elastomers geringer als die der Auftriebsflüssigkeit, so müssen an den Probekörpern Zusatzgewichtsstücke aus Metall angebracht werden, die bei der Rechnung zu berücksichtigen sind.

Es werden die gekennzeichneten Probekörper nach Abschnitt 8.5 verwendet.

Die Volumenänderung in % wird auf das Volumen vor der Lagerung bezogen. Für die Berechnung gelten je nach Auftriebsflüssigkeit und Verwendung von Zusatzgewichtsstücken die folgenden Formeln:

Fall A (Regelfall):

Auftriebsflüssigkeit Wasser, kein Zusatzgewichtsstück:

$$\Delta V/V_0 \cong \frac{\frac{1}{\rho_w} (m - m_w) - \frac{1}{\rho_w} (m_0 - m_{w,0})}{\frac{1}{\rho_w} (m_0 - m_{w,0})} \cdot 100 \text{ in } \%$$

Diese Formel gilt analog, wenn statt Wasser vor und nach Einwirkung eine andere Auftriebsflüssigkeit verwendet wird.

Fall B:

Auftriebsflüssigkeit vor der Einwirkung des Prüfmittels Wasser und nachher eine andere Flüssigkeit, kein Zusatzgewichtsstück:

$$\Delta V/V_0 \cong \frac{\frac{1}{\rho_F} (m - m_F) - \frac{1}{\rho_w} (m_0 - m_{w,0})}{\frac{1}{\rho_w} (m_0 - m_{w,0})} \cdot 100 \text{ in } \%$$

Fall C:

Wie Fall A, aber mit Zusatzgewichtsstück:

$$\Delta V/V_0 \cong \frac{\frac{1}{\rho_w} (m - m_{EZ,w}) - \frac{1}{\rho_w} (m_0 - m_{EZ,w,0})}{\frac{1}{\rho_w} (m_0 - m_{EZ,w,0} + m_{Z,w})} \cdot 100 \text{ in } \%$$

Fall D:

Wie Fall B, aber mit Zusatzgewichtsstück:

$$\Delta V/V_0 \cong \frac{\frac{1}{\rho_F} (m - m_{EZ,F} + m_{Z,F}) - \frac{1}{\rho_w} (m_0 - m_{EZ,w,0} + m_{Z,w})}{\frac{1}{\rho_w} (m_0 - m_{EZ,w,0} + m_{Z,w})} \cdot 100 \text{ in } \%$$

Hierin bedeuten:

$\Delta V/V_0$ relative Volumenänderung in %

m_0 Masse des Elastomers in Luft vor der Einwirkung in g

$m_{w,0}$ scheinbare Masse des Elastomers in Wasser vor der Einwirkung in g

m Masse des Elastomers in Luft nach der Einwirkung in g

m_w	scheinbare Masse des Elastomers in Wasser nach der Einwirkung in g
m_F	scheinbare Masse des Elastomers in der Auftriebsflüssigkeit (kein Wasser) nach der Einwirkung in g
ρ_F	Dichte der Auftriebsflüssigkeit (kein Wasser) in g/ml
ρ_w	Dichte des Wassers in g/ml
$m_{EZ,w,0}$	scheinbare Masse des Elastomers und des Zusatzgewichtsstückes in Wasser vor der Einwirkung in g
$m_{Z,w}$	scheinbare Masse des Zusatzgewichtsstückes in Wasser in g
$m_{EZ,w}$	scheinbare Masse des Elastomers und des Zusatzgewichtsstückes in Wasser nach der Einwirkung in g
$m_{EZ,F}$	scheinbare Masse des Elastomers und des Zusatzgewichtsstückes in der Auftriebsflüssigkeit (kein Wasser) nach der Einwirkung in g
$m_{Z,F}$	scheinbare Masse des Zusatzgewichtsstückes in der Auftriebsflüssigkeit (kein Wasser) in g

Aus den so erhaltenen Einzelwerten von $\Delta V/V_0$ werden das arithmetische Mittel und die Standardabweichung errechnet.

Anmerkung: Abweichend von diesem Verfahren kann die Volumenänderung auch vereinfacht durch Zwangseintauchen des Probekörpers bestimmt werden. Dabei wird der Probekörper mit Hilfe einer Vorrichtung in die Auftriebsflüssigkeit, die sich in einem Prüfgefäß auf der Waagschale befindet, eingetaucht. Die Wägung nach vorhergehender Tarierung ergibt die Masse der verdrängten Auftriebsflüssigkeit, deren Volumen dem jeweiligen Volumen des Probekörpers entspricht. Die Differenz der Werte vor und nach der Lagerung ergibt die Volumenänderung.

8.7 Bestimmung der Änderung der linearen Abmessungen

Es ist auf unterschiedliches Verhalten der Elastomere in verschiedenen Richtungen, bedingt durch das Herstellverfahren, zu achten. Der Ort und die Richtung der Probekörperentnahme sind daher im Prüfbericht anzugeben und gegebenenfalls zu vereinbaren. Es können die gekennzeichneten Probekörper nach Abschnitt 8.5 verwendet werden. Die Dickenänderung wird auf 0,01 mm gemessen.

Anmerkung: Die Änderung der linearen Abmessungen kann auch mit einem Meßmikroskop an kleinen Probekörpern (z.B. 0,7 mm × 6 mm × 6 mm) bei relativ kurzen Einwirkungszeiten bestimmt werden. Dabei wird die Längenänderung in der Probekörperdiagonale oder in einer anderen vereinbarten Richtung, gegebenenfalls mit Hilfe dauerhafter Meßmarken, möglichst während der Einwirkung des Prüfmittels, ermittelt. Die Ergebnisse sind mit den an Normprobekörpern erhaltenen nur bedingt vergleichbar.

Die Änderung wird auf die linearen Abmessungen vor der Einwirkung bezogen:

$$\Delta L/L_0 = \frac{L - L_0}{L_0} \cdot 100 \text{ in } \%$$

Hierin bedeuten:

$\Delta L/L_0$ relative Änderung der linearen Abmessungen in %

L_0 Länge (Dicke) vor der Einwirkung in mm

L Länge (Dicke) nach der Einwirkung in mm

Aus den so erhaltenen Einzelwerten von $\Delta L/L_0$ werden das arithmetische Mittel und die Standardabweichung errechnet.

8.8 Bestimmung der Änderung der Härte

Es können die gekennzeichneten Probekörper für die Prüfung nach Abschnitt 8.5 oder 8.6 verwendet werden. Es werden die Shore-A-Härte nach DIN 53 505 oder die IRHD-Härte nach DIN 53 519 Teil 1 und Teil 2 gemessen. Bei den bei-

den erstgenannten Normen ist es in Abweichung von diesen zulässig, 3 Probekörper nach Abschnitt 5.1 zu schichten bzw. am Normstab S 2 im Schulterbereich zu messen. Dabei ist darauf zu achten, daß sich zwischen den Schichten keine Prüfflüssigkeit ansammelt.

Die Härteänderung wird als Differenz der arithmetischen Mittelwerte der Einzelwerte vor bzw. nach der Lagerung erhalten:

$$\Delta H = \bar{H} - \bar{H}_0$$

Für die Standardabweichung von ΔH gilt dann

$$s_{\Delta H} = (s_H^2 + s_{H_0}^2)^{1/2}$$

oder angenähert für den Regelfall, daß

$$s_H \approx s_{H_0} = s$$

$$s_{\Delta H} = s \sqrt{2}$$

Darin sind s_H bzw. s_{H_0} die Standardabweichungen der Einzelwerte vor bzw. nach der Einwirkung.

8.9 Bestimmung der Änderung von Reißfestigkeit und Reißdehnung

Es können die gekennzeichneten Probekörper für die Prüfungen nach den Abschnitten 8.5 und 8.6 verwendet werden.

Reißfestigkeit und -dehnung werden nach DIN 53 504 bestimmt. Bei der Berechnung werden der Probenquerschnitt vor bzw. die Meßlänge nach der Einwirkung zugrunde gelegt. Wird vor dem Erreichen des Sättigungszustandes gemessen, so muß mit größeren Streuungen gerechnet werden.

Die Eigenschaftsänderung wird auf die Anfangswerte vor der Einwirkung bezogen:

$$\Delta E/E_0 = \frac{\bar{E} - \bar{E}_0}{\bar{E}_0} \cdot 100 \text{ in } \%$$

Hierin bedeuten:

$\Delta E/E_0$ relative Änderung der Reißfestigkeit bzw. -dehnung in %

$\bar{E}_0$ Reißfestigkeit bzw. -dehnung vor der Einwirkung (Median) in MPa bzw. %

$\bar{E}$ Reißfestigkeit bzw. -dehnung nach der Einwirkung (Median) in MPa bzw. %

Zur Angabe der Streuung der errechneten Werte für die Eigenschaftsänderung muß mit Mittelwerten gerechnet werden, aus denen man die Standardabweichung der Eigenschaftsänderung nach den folgenden Formeln erhält:

$$s_{\Delta E/E_0} = \frac{\bar{E}}{\bar{E}_0} \left(V_E^2 + V_{E_0}^2 \right)^{1/2} \text{ in } \%$$

oder angenähert für den Regelfall, daß $V_E \approx V_{E_0} = V$

$$s_{\Delta E/E_0} = \frac{\bar{E}}{\bar{E}_0} V \sqrt{2} \text{ in } \%$$

Hierin bedeuten:

$\bar{E}_0$ bzw. $\bar{E}$ Eigenschaftsmittelwerte vor bzw. nach der Einwirkung

V_{E_0} bzw. V_E Variationskoeffizienten aus den Eigenschaftseinzelnwerten vor bzw. nach der Einwirkung

$$\left(V = \frac{s}{\bar{E}} \cdot 100 \right)$$

8.10 Bestimmung der Änderung der flächenbezogenen Masse und der Dicke bei einseitiger Einwirkung

Bei der Bestimmung der flächenbezogenen Masse (Flächenmasse) ist Abschnitt 8.5 zu beachten. Die Dickenänderung ist nach Abschnitt 8.7 zu ermitteln.