Spannungsrissbildung – Biegestreifenverfahren

Vorwort

Die mechanische Belastbarkeit von Kunststoffen, die mit Chemikalien in Kontakt stehen, ist nur dann richtig zu beurteilen, wenn die zusätzliche Wirkung mechanischer Zugspannung auf das Verhalten gegenüber Chemikalien bekannt ist: Zugspannungen weiten das Gefüge der Werkstoffe auf und setzen damit in der Regel die Widerstandsfähigkeit gegen Umgebungseinflüsse herab.

Zur Prüfung des Verhaltens gegenüber Chemikalien unter Zugspannung kann man Zeitstandzug- oder -biegeversuche bei zusätzlicher Einwirkung von festen, flüssigen und gasförmigen Medien auf die Probenoberfläche durchführen. Für Prüfungen in größerem Umfang wendet man sie wegen des hohen apparativen Aufwands nur auf stark relaxierende (meist teilkristalline) Kunststoffe an. Die amorphen Kunststoffe können wegen ihrer meist geringen Relaxationsneigung überwiegend in Biegestreifenverfahren geprüft werden.

Prinzip der Prüfmethode

Probekörper werden mit 2 Klemmen kreisbogenförmig auf die mit den Radien r gekrümmten Oberflächen von Schablonen aus chemikalienresistentem Material gespannt. Hierdurch entsteht in der Zugzone der Probekörper eine Oberflächendehnung vom Betrag $^{\varepsilon}\chi \approx d/(2\,r + d)$, siehe Bild 1.

Mittels unterschiedlicher Schablonen-Krümmungsradien und/oder Probekörperdicken lassen sich die Oberflächendehnungen in kleinen Schritten („Vordehnungsstufen“) variieren.

Als Indikator für eingetretene Schädigung gelten oft Spannungsrisse. Da sie nicht immer deutlich sichtbar sind, wird zweckmäßig eine objektive Beurteilung anhand der Änderung einer geeigneten Eigenschaft („Indikatoreigenschaft“) um einen bestimmten Betrag („Kriterium“) vorgenommen.

Die Schädigungsdehnung ist die zum Erreichen des Kriteriums führende Oberflächendehnung. Sie hängt außer von der Umgebung u. a. auch vom Probenzustand und von der Temperatur ab.

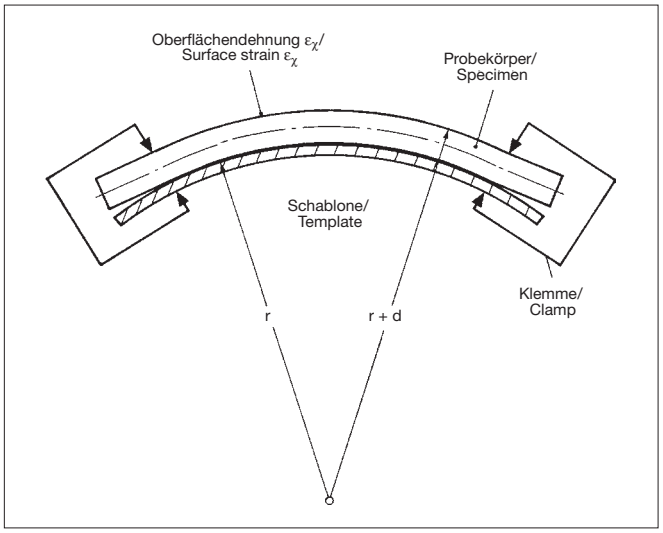


Bild 1: Biegestreifen mit definierter Oberflächendehnung

Durchführung

Die auf die Schablonen aufgespannten Probekörper werden total oder lediglich in der Zugzone mit dem Prüfmedium eine vereinbarte Zeit lang bei Prüftemperatur in Kontakt gebracht. Schwer flüchtige Agenzien tropft man auf Vliespapierstreifen, die dann auf die Probekörper gelegt werden. Pastöse Substanzen streicht man auf feste Materialien, wie z. B. Elastomerproben, oder weichmacherhaltige Kunststoffe werden aufgelegt und gegebenenfalls mit einem zweiten Probekörper (Sandwich) fixiert, Bild 2.

Nach der Lagerung erfolgt zunächst eine visuelle Beurteilung der Probekörper. An den entlasteten Probekörpern werden anschließend im Kurzzeitversuch auf Schädigung empfindlich reagierende Eigenschaften (z. B. Reißdehnung, Schlagzähigkeit) ermittelt. Für die amorphen Kunststoffe Apec®, Bayblend® und Makrolon® hat sich die Schlagzähigkeit nach Charpy am Flachstab 80 x 10 x 4 mm bewährt.
Um die stattgefundene Schädigung zu „entwickeln“, ist u. U. eine thermische Behandlung vorzuschalten und/oder die Schlagzähigkeit bei tiefer Temperatur zu ermitteln.

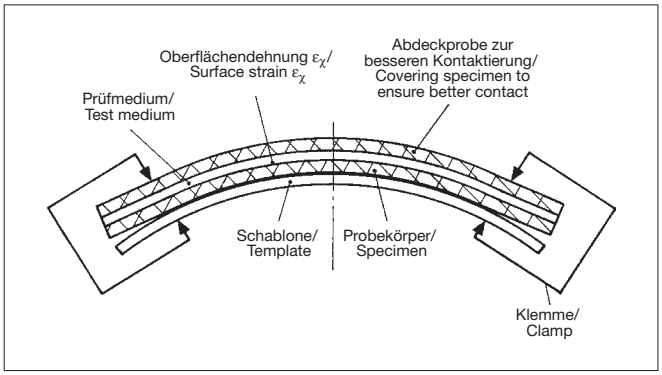


Bild 2: Beispiel für Aufspannung bei festem Prüfmedium (Sandwich)

Versuchsauswertung

Den untersuchten Eigenschaftswert trägt man in Abhängigkeit von der angewendeten Oberflächendehnung $^{\varepsilon}\chi$ auf. Im Fall einer Materialschädigung verläuft die Eigenschaftskurve meist stufenförmig, Bild 3. Die dem Steilabfall zuzuordnende Oberflächendehnung ist die gesuchte Schädigungsdehnung $^{\varepsilon}$GP im Prüfmedium bzw. $^{\varepsilon}$GV im Vergleichsmedium.

Das Verhältnis der Schädigungsdehnungen im Medium und im Vergleichsmedium (meistens Luft)

$$\frac{^{\varepsilon}\mathrm{GP}}{^{\varepsilon}\mathrm{GV}}$$

gibt an, wie stark die im Vergleichsmedium als noch zulässig erkannte Dehnung durch die Einwirkung des Mediums reduziert wird.

Im Bereich des Steilabfalls treten meist auch die ersten Spannungsrisse auf. Bei ausreichend langer Expositionszeit (je nach Kunststoff und Temperatur 1 bis 3 Wochen) ist bei einer weiteren Verlängerung der Dauer der Einwirkung des Umgebungsmediums keine wesentliche Änderung der Schädigungsdehnung $^{\varepsilon}$G mehr zu erwarten. Insofern kann sie dann als eine zeitunabhängige Größe angesehen werden.

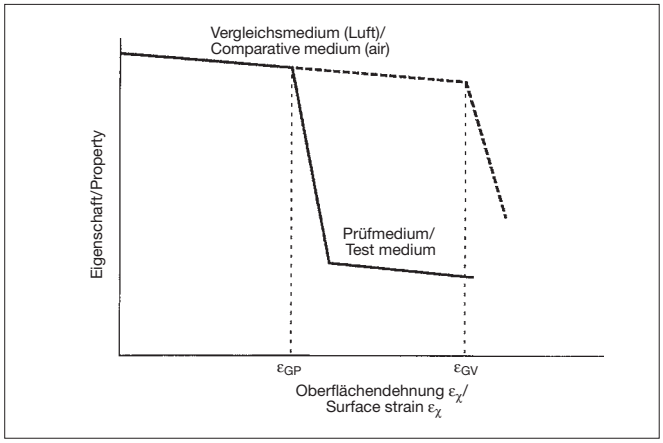


Bild 3: Eigenschaftskurven und Schädigungsdehnungen $^{\eta}$GV

Typische Werte
Die angegebenen Werte sind typische Werte. Sofern nicht ausdrücklich schriftlich mit uns vereinbart, stellen sie keine garantierten Werte oder Produktspezifikation im Sinne einer vereinbarten Beschaffenheit dar. Die angegebenen Werte können durch Werkzeuggestaltung, die Verarbeitungsbedingungen oder durch die Einfärbung des Produkts beeinflusst werden. Die angegebenen Eigenschaftswerte wurden, soweit nicht anders angegeben, an genormten Prüfkörpern bei Raumtemperatur ermittelt.

Es liegt außerhalb unserer Kontroll- und Einflussmöglichkeiten, in welcher Art und Weise und zu welchem Zweck Sie unsere Produkte, technischen Unterstützungen sowie Informationen (unabhängig davon, ob mündlich, schriftlich oder anhand von Produktionsbewertungen erhalten), einschließlich vorgeschlagener Formulierungen und Empfehlungen, anwenden und/oder einsetzen. Daher ist es unerlässlich, dass Sie unsere Produkte, technischen Unterstützungen und Informationen sowie Formulierungen und Empfehlungen eigenverantwortlich daraufhin überprüfen, ob sie für die von Ihnen beabsichtigten Zwecke und Anwendungen auch tatsächlich geeignet sind. Eine anwendungsspezifische Untersuchung muss mindestens eine Überprüfung auf Eignung in technischer Hinsicht sowie hinsichtlich Gesundheit, Sicherheit und Umwelt umfassen. Derartige Untersuchungen wurden nicht notwendigerweise von Covestro® durchgeführt. Der Verkauf aller Produkte erfolgt – sofern nicht schriftlich anders mit uns vereinbart – ausschließlich nach Maßgabe unserer Allgemeinen Verkaufsbedingungen, die wir Ihnen auf Wunsch gerne zusenden.
Alle Informationen und sämtliche technische Unterstützungen erfolgen ohne Gewähr. Etwaige Änderungen ohne Benachrichtigung bleiben vorbehalten. In diesem Dokument nicht enthaltene Aussagen oder Empfehlungen sind nicht von uns autorisiert und verpflichten/binden uns in keiner Weise. Keine in diesem Dokument gemachte Aussage darf als Empfehlung dahingehend verstanden werden, bei der Nutzung eines Produkts Patente über Werkstoffe oder deren Verwendung verletzen zu dürfen. Es wird des Weiteren weder mittelbar noch unmittelbar ein Recht an einem oder irgendeine Lizenz für ein Patent gewährt.
Zum Schutz von Gesundheit, Sicherheit und Umwelt beachten Sie bitte vor Verarbeitung unserer Produkte das betreffende Sicherheitsdatenblatt (MSDS) und sonstige Produktkennzeichnungen. Für mehr Information zu einem Einsatz von Covestro® Produkten in einer medizinischen Anwendung erfragen Sie bitte von Ihrem Kundenbetreuer den Leitfaden für den Einsatz von Covestro® Produkten in einer medizinischen Anwendung.

Covestro Deutschland AG
Business Unit Polycarbonates
D-51365 Leverkusen

plastics@covestro.com
www.plastics.covestro.com