

Einfluss innerer Spannungen auf die Lebensdauervorhersage für Kunststoffrohre (alter Titel: Lebensdauervorhersage für Kunststoffrohre unter komplexen Beanspruchungskollektiven)

IGF-Nr. 15806 N

Der hohe Stellenwert von Kunststoffrohren im Vergleich zu Rohren aus konkurrierenden Werkstoffen liegt in ihrer auf Basis internationaler Normen nachgewiesenen hohen Lebensdauer begründet. Dessen ungeachtet waren die Auswirkungen herstellungsbedingter Eigenspannungen und deren späterer Relaxation auf die Lebensdaueranalyse bisher noch nicht Gegenstand einer systematischen Untersuchung.

Die grundsätzliche Eignung des in DIN EN ISO 9080 beschriebenen Verfahrens zur Lebensdaueranalyse von Kunststoffrohren wird durch langjährige Prüf- und Praxiserfahrungen von nunmehr fast 60 Jahren belegt. Des Weiteren sind auf eine ungenügende Lebensdaueranalyse zurückzuführende, systematische Schäden durch das Versagen von Kunststoffrohren nicht bekannt. Zudem legen auch verschiedene, zwischenzeitlich erfolgte Untersuchungen an über 40 Jahre im Betrieb befindlichen Rohren keine gegenteilige Annahme nahe.

Die Herstellung von Kunststoffrohren geschieht in der Regel mittels Extrusion durch ein formgebendes Profilwerkzeug, wonach eine Tauch- oder Sprühkühlung der Rohraußenwand erfolgt. Das formgebende Profilwerkzeug ruft eine unterschiedliche Orientierung der Polymerketten hervor. Außerdem führt der sich während des Abkühlprozesses innerhalb der Rohrwand entwickelnde Temperaturgradient zur Ausbildung eines unterschiedlichen Morphologieprofils über der Rohrwand. Weiterhin bedingt der von außen nach innen fortschreitende Erstarrungsprozess eine unterschiedliche Volumenkontraktion.

Die Auswirkungen der aus den vorgenannten Vorgängen resultierenden Eigenspannungen und deren spätere Relaxation werden im Rahmen eines gemeinschaftlichen Forschungsvorhabens untersucht, welches eine im Vergleich zur Standard-Lebensdauerextrapolation noch exaktere Lebensdaueranalyse von Kunststoffrohren ermöglichen wird.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens werden Zeitstand-Innendruckversuche bei vier unterschiedlichen Prüftemperaturen durchgeführt. Dabei werden Kunststoffrohre aus drei unterschiedlichen Werkstoffen (PE 100, α -nukleiertes PP-H and β -nukleiertes PP-H), mit zwei unterschiedlichen Abmessungen (63 mm und 110 mm) und drei unterschiedlichen Eigenspannungsniveaus (normal, hoch, getempert) untersucht. Die Prüfergebnisse bilden die Grundlage einer die Standardextrapolationsmethode (SEM) nutzende Lebensdaueranalyse.

Im Anschluss daran erfolgt eine Beurteilung der Ergebnisse in Abhängigkeit von den auftretenden Eigenspannungen mittels einer begleitenden werkstofftechnischen Charakterisierung und chemischen Analytik. Diese beinhalten eine Bestimmung der Eigenspannungsverteilung, des Kristallinitätsgrades und der Orientierung der Polymerketten über der Rohrwand sowie eine Analyse des thermischen Verhaltens und verschiedener mechanischer Eigenschaften.

Forschungsstelle: Technische Universität Darmstadt Staatliche Materialprüfungsanstalt Darmstadt
und Deutsches Kunststoff-Institut Darmstadt

Leiter des Projektes: Dipl.-Ing. A. Bockenheimer und Dr. R. Brüll

Laufzeit: 01.11.08 – 31.10.11