

Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben

ZP 52-5-14.1-1167/05

**Literaturzusammenstellung und Auswertung zur Prüfung der
Spannungsrissempfindlichkeit von Polyethylen (PE)**

Kurztitel: Spannungsrisssbildung in Polyethylen

bearbeitet von

Dipl. Ing. (FH) Leopold Glück

Sachverständigenbüro
Enheim 45
97340 Martinsheim

gefördert durch das

Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt)

Martinsheim, 30. Juni 2009

Allgemeine Zusammenfassung

Bei der konstanten Belastung von thermoplastischen Kunststoffen, vor allem von Polyethylen, mit einer relativ niedrigen Spannung beobachtet man nach sehr langen Zeiten den sprödartigen Bruch, bedingt durch langsames Risswachstum. Dieser Vorgang wird üblicherweise mit Spannungskorrosion oder Spannungsrisssbildung bezeichnet. Er begrenzt die Lebensdauer von Polyethylenprodukten, wie z.B. Rohren oder Dichtungsbahnen.

Um das Phänomen des langsamen Risswachstums (engl. slow crack growth, SCG) zu erfassen, gibt es eine Vielzahl von Testmethoden, die man hinsichtlich der Art der Versuchsstufen, dem Anlegen der Belastung, der Rissstadien, der Detektion der Schädigung, der Art des Mediums etc. kategorisieren kann.

Eine kaum noch zu überschauende Vielzahl an Untersuchungen wurde in den letzten Jahrzehnten durchgeführt, um die umgebungsbedingte Spannungsrisssbildung (ESC) von Polyethylen qualitativ und quantitativ zu beschreiben. Bei all diesen Versuchen steht im Vordergrund die Reduzierung der Prüfzeiten, um innerhalb kürzerer Zeiträume zuverlässige Vorhersagen zur Empfindlichkeit gegenüber umgebungsbedingter Spannungsrisssbildung treffen zu können.

Inzwischen sind in der Literatur vermehrt Zweifel aufgekommen, dass die übliche Prüfung an gekerbten Probekörpern in wässrigen Netzmittellösungen ausschließlich das Phänomen des langsamen Risswachstums widerspiegeln. Die Versagenszeit in den Spannungsrisssversuchen wird vom Netzmittel in entscheidender Weise beeinflusst, hängt aber auch vom Polyethylentyp und den Prüfparametern wie Spannung und Temperatur ab. Die Wirksamkeit des Netzmittels wiederum hängt von der Spannung, die die Risswachstumsgeschwindigkeit beeinflusst, der Temperatur, vom PE-Typ und von der chemischen Struktur des Netzmittels ab. Es ist somit generell nicht möglich, die Verkürzung der Versagenszeit bei Verwendung von Netzmitteln im Vergleich zu Luft oder Wasser eindeutig anzugeben. Eine Korrelation zwischen verschiedenen Netzmitteln ist ebenso generell nicht möglich.

Die Auswertung der bisher vorliegenden Erfahrungen mit Prüfmethoden zur umgebungsbedingten Spannungsrisssbildung von Polyethylen ergab zusammengefasst, dass eine Korrelation der Prüfmethoden untereinander nicht gegeben ist, allenfalls führen unterschiedliche Prüfmethoden zu gleichen Rangordnungen, was jedoch für jeden Einzelfall aufwendig nachgewiesen werden muss.

Daher erscheint der aktuell aussichtsreichste Weg für die Weiterentwicklung und Vereinfachung der Prüfungen zur Spannungsrisssbeständigkeit von teilkristallinen Polyethylenmaterialien, insbesondere auch von Dichtungsbahnen, darin zu liegen, die neuen Testmethoden, die auf das Verhalten im standardisierten Zugversuch an standardisierten Probekörpern aufbauen, auf ihre Anwendbarkeit zu überprüfen.

Diese Testmethoden haben den riesigen Vorteil von kurzen Prüfzeiten, der einfachen Testmethodik und der sehr niedrigen Streuung. Viele nachteilige Einflussfaktoren der bisher üblichen Prüfmethoden nach ASTM D 1693 bzw. ASTM D 5397/DIN EN 14576 (Probekörperherstellung, Einbringen der Kerbe, Anordnung und Ausbildung der Kerbe, Höhe der Belastung, Wahl der Umgebungsbedingungen wie Prüfmedium, Temperatur etc., Stabilität der Prüfmedien) spielen bei den standardisierten Zugversuchen keine Rolle mehr.

Die Prüfmethode dürfte somit sowohl für die Materialentwicklung als auch für die Einstufung der Spannungsrissempfindlichkeit (zumindest für die relative ESC-Empfindlichkeit) von Formmassen und Dichtungsbahnen aus Polyethylen anwendbar sein.