

Zusammenfassung

IGF-Vorhaben-Nr.: 15967 N

Untersuchung der Eignung zeitraffender Prüfmethode zur Vorhersage des Langzeit-Kriechverhaltens von Kunststoffen unter besonderer Berücksichtigung der Stepped Isothermal Method

Bei der Auslegung von Kunststoffbauteilen ist das Langzeitdeformationsverhalten, z.B. in Form von Kriechen, häufig von entscheidender Bedeutung. Da konventionelle Kriechversuche für lange Zeiten (> als 10 Jahre) in keinsten Weise praktikabel sind, besteht ein immenses Interesse an geeigneten zeitraffenden Testmethoden.

Die sog. *Stepped Isothermal Method* (SIM) wurde hier erfolgreich eingesetzt um Kriech-Masterkurven für Zeiten bis zu 100 Jahren zu ermitteln. Die SIM-Methode wurde zwar zur Produktprüfung von Geokunststoffen entwickelt, ihre Anwendung konnte aber im Rahmen dieser Forschungsarbeit auf grundsätzliche Werkstoffuntersuchungen am Vollmaterial erweitert werden.

Die SIM-Methode basiert auf Kriechversuche mit stufenweiser Erhöhung der Temperatur und kombiniert das Zeit-Temperatur-Verschiebungsprinzip mit dem Boltzmann'schen Superpositionsprinzip. Die Durchführung von SIM-Versuchen, die zwischen 1 und 3 Tage dauern, wurde unter Zugbelastung optimiert.

Dafür wurde zunächst ein geeigneter Prüfstand am SKZ aufgebaut. Zur Einhaltung der hohen thermischen Anforderungen wurde die Temperierkammer spezifisch konzipiert und optimiert. Die Prüfung findet in einer Isolierkammer, die an ein leistungsstarkes, externes Temperieraggregat angeschlossen ist, statt. Der hohe Luftdurchsatz ermöglicht sowohl eine rasche Aufheizung als auch eine stabile Temperatur in der Kammer während der Prüfung.

Durch die Entwicklung eines Algorithmus zur Automatisierung der Auswertung wurden die Voraussetzungen für die Erstellung glatter und reproduzierbarer Masterkurven geschaffen. Drei „Stellschrauben“, die bei einem SIM-Versuch maßgebend sind, konnten identifiziert werden: Anzahl und Dauer der Temperaturstufen sowie Höhe der Temperatursprünge. Konkrete Empfehlungen zur optimalen Durchführung der Versuche sowie Hinweise auf die möglichen Beschränkungen der Methode wurden im Forschungsbericht formuliert.

Hervorzuheben ist die gute Übereinstimmung der SIM-Masterkurven mit Ergebnissen, die bei Vergleichsuntersuchungen mittels konventioneller Messmethoden erhalten wurden. Die Aktivierungsenergie, die mittels Arrhenius-Ansatz ermittelt wird, ist ebenfalls bei der SIM-Methode und der klassischen Zeit-Temperatur-Verschiebung identisch, so dass beide Prüfmethode als äquivalent betrachtet werden können.

Durch die Anwendung der SIM-Methode ergeben sich für die Unternehmen der kunststoffverarbeitenden Industrie konkrete Möglichkeiten sowohl Kosten als auch Zeitaufwand zu reduzieren. Durch den Einsatz zum frühzeitigen Eigenschaftsscreening kann z. B. die Entwicklungsphase beschleunigt werden. Aufgrund der kurzen Prüfzeiten kann die SIM-Methode auch zur produktionsnahen Qualitätssicherung beitragen.

Insgesamt gilt damit:

„Das Ziel des Vorhabens wurde erreicht“

Danksagung und Bestellhinweis

Das IGF-Vorhaben 15967 N der Forschungsvereinigung FSKZ e. V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Wir bedanken uns für die finanzielle Unterstützung.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Die gesamten Forschungsergebnisse können einem umfangreichen Forschungsbericht entnommen werden, der zum Selbstkostenpreis beim SKZ bestellt werden kann. Die Rechnung wird mit dem Bericht zugeschickt.