

Schriftenreihe des Instituts für Werkstofftechnik Kassel

**Markus Münch**

**Mechanisches Kurzzeitverhalten von  
thermoplastischen Konstruktionsschaumstoffen  
unter mehrachsiger Beanspruchung**

D 34 (Diss. Univ. Kassel)

Shaker Verlag  
Aachen 2005

### **Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek**

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Zugl.: Kassel, Univ., Diss., 2004

Die vorliegende Arbeit wurde vom Fachbereich Maschinenbau – der Universität Kassel als Kasseler Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.) angenommen.

Erster Gutachter: Prof. Dr.-Ing. M. Schlimmer

Zweiter Gutachter: Prof. Dr.-Ing. M. Maier

Tag der mündlichen Prüfung: 05.07.2004

Copyright Shaker Verlag 2005

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 3-8322-4119-1

ISSN 1613-3498

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • eMail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

## Zusammenfassung der Dissertation von Markus Münch

### ***"Mechanisches Kurzzeitverhalten von thermoplastischen Konstruktions-schaumstoffen unter mehrachsiger Beanspruchung"***

In dieser Arbeit wurde das phänomenologisch-makroskopische Werkstoffverhalten von polymeren Schaumstoffen unter einachsiger und kombinierter Beanspruchung experimentell untersucht. Für die Durchführung der dazu notwendigen komplexen Versuche musste eine neue Versuchsmethodik entwickelt werden, mit der ein- und mehrachsige Verformungszustände gezielt erzeugt werden konnten.

Bestandteil dieser Versuchsmethodik war zudem die Entwicklung einer gegenüber den üblichen, normierten Prüfkörpern werkstoffmechanisch sinnvollerer Probenform. Um auch bei Torsionsbeanspruchung einen weitgehend homogenen Schubspannungszustand im Probenquerschnitt zu erzeugen, erfolgten die Untersuchungen mit relativ dünnwandigen Hohlzylindern. Zur Erfassung der Dehnungen und Gleitungen im interessierenden Messbereich der Probe kamen sowohl berührende als auch berührungslose 1D- und 2D-Verformungsmesssysteme zum Einsatz. Entsprechend dem eingesetzten System, biaxialer Setzdehnungsaufnehmer, Laserextensometer oder Felddehnungsmesssystem, erhält man eine integrale, partielle oder lokale Verzerrungsinformation.

Die Interpretation des experimentell ermittelten makromechanischen Verformungs- und Versagensverhaltens erfolgte mittels der allgemein bekannten mikromechanischen Deformationsmechanismen von zellularen Werkstoffen. Aufgrund eines unsymmetrischen Zug/Druckverhaltens und unterschiedlicher Versagensmodi für Zug, Druck und Torsion sowie eines vom hydrostatischen Spannungszustand abhängigem Werkstoffverhaltens konnte deshalb das Versagensverhalten nicht mit herkömmlichen Festigkeitshypothesen beschrieben werden. Hierfür eignen sich jedoch bimodale Versagensbedingungen mit linearem Ansatz. Dagegen gelang die Überführung beliebiger Spannungszustände in einen fiktiven Vergleichsspannungszustand mit Anstrengungshypothesen auf Grundlage des Plastischen Potentials mit quadratischen Ansätzen nach SCHLIMMER.

Erste numerische Untersuchungen wurden mit dem FE-Programm „ABAQUS“ durchgeführt, wobei der Schaumstoff als ein homogenes, isotropes Kontinuum betrachtet wurde. Mit den dort implementierten Stoffgesetzen konnte nur das Zugverhalten gut abgebildet werden. Für den Fall torsionaler Beanspruchung gelang es weder mit einem inkompressiblen, hyperelastischen Materialgesetz noch mit dem die Kompressibilität berücksichtigenden Hyperfoam-Modell von OGDEN das versuchstechnisch ermittelte Schubspannung-Gleitungsverhalten mit degressiven Kurvenverläufen qualitativ abzubilden. Die numerischen Berechnungen führten stets zu progressiven Verläufen. Ferner ist in den Materialmodellen kein Nachversagensverhalten implementiert.