

Schriftenreihe des Instituts für Werkstofftechnik Kassel

Stephan Rohde

**Mechanische Eigenschaften
metallischer und polymerer Schaumstoffe**

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., 2005

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: 15.07.2005

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 3-8322-4577-4

ISSN 1613-3498

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen
Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9
Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Zusammenfassung

Zur Auswahl eines geeigneten Schaumstoffs für mechanisch beanspruchte Bauteile ist die genaue Kenntnis der mechanischen Eigenschaften erforderlich. Je nach Versuchs- und Schaumart existieren für polymere Schäume verschiedene Prüfnormen, wobei für jede Beanspruchungsart eine andere Probenform verwendet wird. Für metallische Schäume existiert keine Prüfnorm. Die bisherigen Ergebnisse aus mechanischen Untersuchungen von zellularen Werkstoffen basieren überwiegend auf einachsigen Druckversuchen. Da aber das Werkstoffverhalten abhängig von der Beanspruchungsart ist, reichen die mechanischen Eigenschaften, die bei Druckbeanspruchung ermittelt werden, zur Dimensionierung eines Bauteils nicht aus.

Ziel der Arbeit war deshalb, eine Methode für die Ermittlung der mechanischen Eigenschaften von metallischen und polymeren Schaumstoffen bei ein- und mehrachsiger Beanspruchung zu entwickeln. Dies erfolgte exemplarisch für Aluminiumschaum und expandiertes Polypropylen (EPP). Für die Versuchsdurchführung wurde für jeden Schaum je eine Probengeometrie entwickelt, mit der Zug-, Druck-, Torsions- und kombinierte Versuche durchgeführt wurden. Die Verformungen wurden lokal mit einem Laserextensometer und einem optischen Messverfahren ermittelt.

Der verwendete Aluminiumschaum zeigt große Inhomogenitäten in der Porenstruktur, was zu einer ungleichmäßigen Dichteverteilung führt. Dies hat zur Folge, dass lokal große Unterschiede bei den Verformungen auftreten und die ermittelten Eigenschaften sehr stark streuen. Mit der Standardabweichung der lokalen von der mittleren Dichte konnte aber ein direkter Zusammenhang zwischen der Inhomogenität der Porenstruktur und der Streuung der Ergebnisse bestimmt werden. Der E-Modul bei Zug- und Druckbeanspruchung ist identisch. Die Druckplateauspannungen sind dagegen 33 % höher als die Zugfestigkeiten. Versuche mit beschichtetem Aluminiumschaum zeigen, dass neben einer verbesserten Oberfläche auch höhere mechanische Kennwerte erreicht werden.

Im Gegensatz zum Aluminiumschaum ist die Streuung der ermittelten mechanischen Eigenschaften von EPP sehr gering. Dagegen unterscheidet sich das Verhalten bei Zug-, Druck- und Torsionsbeanspruchung deutlich voneinander. Der Zugmodul ist bei gleicher Dichte und Dehnungsgeschwindigkeit größer als der Druckmodul. Die Zugfestigkeit ist ebenfalls größer als die Druckplateauspannung. Noch deutlicher wird das unsymmetrische Verhalten bei der Querverformung. Während bei Druckbeanspruchung die Querszahl mit zunehmender Stauchung stark abnimmt, steigt sie bei Zugbeanspruchung mit zunehmender Dehnung. Werden die bei Torsionsbeanspruchung ermittelten Spannung- und Dehnungskomponenten nach v. Mises in Vergleichsspannungen und -dehnungen umgerechnet, liegt die resultierende Spannung-Dehnung-Kurve zwischen denen aus Zug- und Druckbeanspruchung.

Die ermittelten mechanischen Eigenschaften von EPP und Aluminiumschaum unterscheiden sich deutlich. Dies liegt zum Teil am jeweiligen Grundwerkstoff, aber auch der unterschiedliche strukturelle Aufbau der beiden Schäume, der durch die Zellgröße und -art sowie der Homogenität bestimmt wird, hat einen entscheidenden Einfluss. Durch eine Kombination der beiden Schäume lässt sich das unterschiedliche Verformungs- und Energieabsorptionsverhalten vorteilhaft nutzen.