

Einachsiges Stauchen von zylindrischen Körpern aus SiO₂-Glas: Auswertung mit spannungsunabhängigen Materialkoeffizienten

Frank Richter

GeorgiaTech Lorraine

UMI 2958, Georgia Tech – CNRS

Metz, France

und

Hans-Jürgen Hoffmann

University of Technology of Berlin

Institute of Materials Science and Technology: Vitreous Materials

Englische Strasse 20

10587 Berlin, Germany

Zusammenfassung

Zylindrische Proben aus Kieselglas vom Typ Suprasil 1 werden in einer servohydraulischen Prüfmaschine mit nominellen Deformationsraten zwischen $-10^{-5}/s$ und $-10^{-2}/s$ bei jeweils konstanter Temperatur im Bereich zwischen 1273 K bis 1648 K einachsiger gestaucht. Nach Anhalten der Deformation relaxiert die Spannung. Das experimentelle viskoelastische Verhalten der Proben lässt sich mit einem einfachen Maxwell-Modell problemlos auswerten und interpretieren, so dass numerische Werte für den Elastizitätsmodul und die Zugviskosität bestimmt werden können. Das elastische Verhalten ist bei Glas im Hinblick auf seine Viskoelastizität auch bei hohen Temperaturen noch bedeutsam. Diesem Verhalten wurde bisher nicht hinreichend Aufmerksamkeit geschenkt. Es wurde in bisherigen Arbeiten über Glasumformung bzw. Glasstauchung weitgehend vernachlässigt. Die Auswertung zeigt, dass der Elastizitätsmodul mit zunehmender Temperatur abnimmt, wenn die Deformationsrate konstant gehalten bleibt oder wenn bei konstanter Temperatur die nominelle Umformrate kleiner wird. Die Viskosität kann sowohl mit einer Formel nach Vogel-Fulcher-Tammann-Hess als auch mit einer Arrhenius-Gleichung beschrieben werden. Verwendet man die Ergebnisse in einem FEM-Programm, so können die gemessenen Kraft-Zeit-Kurven sehr gut reproduziert werden.

Allerdings zeigen die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit, dass der Elastizitätsmodul von der Last abhängt. Dieses Ergebnis zeigt, dass für den betrachteten Lastfall ein lineares viskoelastisches Modell zu Widersprüchen führt und daher versagt. Die Bedeutung und Folgerungen im Hinblick auf das rheologische Verhalten von Glas sollen in einer nachfolgenden Arbeit behandelt werden.

Schlüsselworte: Glasrheologie, Viskoelastizität, Parallel-Platten-Rheometrie, Maxwell-Modell, Kieselglas