

Einfluss der Heizrate auf die Glasübergangstemperatur elastomerer Werkstoffe für die DMA-GABO EPLEXOR®-Serie

Dr. Sahbi Aloui und Dr. Horst Deckmann

Einleitung

Elastomere Werkstoffe werden aufgrund ihrer hohen Elastizität in nahezu allen technischen Bereichen eingesetzt. Ein wesentliches Merkmal elastomerer Werkstoffe ist die Fähigkeit, Verformungsenergie zu speichern und im Bedarfsfall wieder an das Gesamtsystem abzugeben. Ein Maß für diese Eigenschaft sind die werkstoffimmanenten Rückstellkräfte, die je nach System aus der gespeicherten Energie generiert werden und leicht 90 % oder mehr der gespeicherten Energie betragen können. Diese „wertvolle“ Eigenschaft ist jedoch auf einen engen Temperaturbereich begrenzt, der die Einsatz- und Betriebstemperatur für die jeweilige Anwendung definiert. Aus diesem Grund kommt dem Temperaturverhalten von elastomeren Werkstoffen eine zentrale Bedeutung zu.

Mit sogenannten Temperatursweeps wird das thermische Verhalten elastomerer Werkstoffe erfasst, die in der Regel mit unterschiedlichen Aufheizgeschwindigkeiten parametrisiert werden können. Natürlich ist eine hohe Aufheizgeschwindigkeit von z.B. 5 °C/min einer Heizrate von 1 °C/min vorzuziehen, da in kürzer Zeit ein Ergebnis zur Verfügung steht und damit schneller und kostengünstiger geprüft werden kann. Jedoch stellt sich hier die Frage, wie die Ergebnisse für unterschiedliche Heizraten zu bewerten sind.

Diese Applikation Note geht genau dieser Fragestellung nach und untersucht die Heizratenabhängigkeit der DMA-GABO EPLEXOR®-Serie.

Messbedingungen

Vier Temperatursweeps an Proben aus der gleichen Gummimischung wurden von -80 °C bis 20 °C mit einer Heizrate von 1, 2, 3 und 5 °C/min mit dem DMA-GABO EPLEXOR® 500 N (Abbildung 1) durchgeführt.



1 DMA-GABO EPLEXOR® 500 N

APPLICATIONNOTE Einfluss der Heizrate auf die Glasübergangstemperatur elastomerer Werkstoffe für die DMA-GABO EPLEXOR®-Serie

Messergebnisse

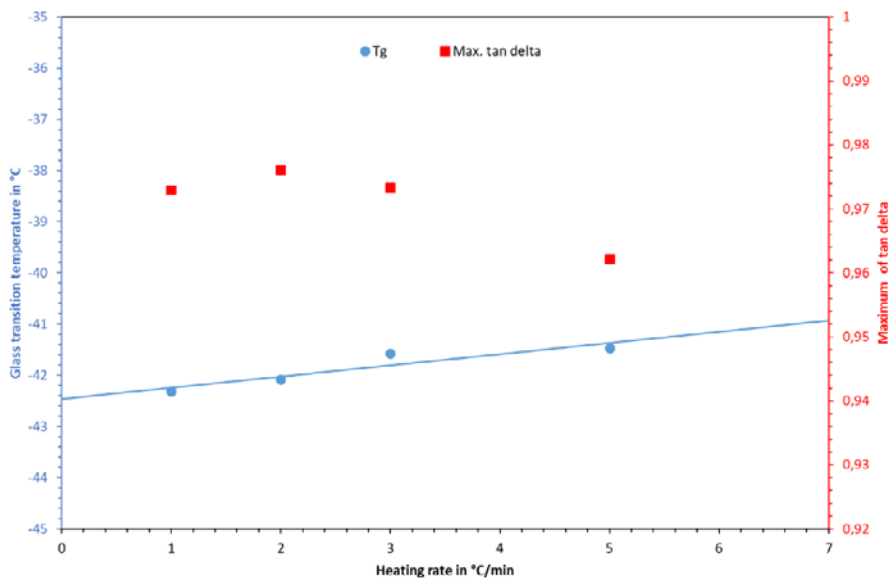
Die untere Betriebstemperatur von elastomeren Werkstoffen wird durch die Glasübergangstemperatur T_g begrenzt. T_g charakterisiert die Temperatur, bei der elastomere Werkstoffe von einem harten und relativ spröden glasartigen Zustand in einen gummiartigen elastischen Zustand übergehen. T_g wird in der Praxis als Maximum des Verlustfaktors $\tan\delta$ definiert. Abbildung 1 zeigt die Heizraten-Abhängigkeit von T_g .

Abbildung 2 zeigt, dass T_g sich mit höherer Heizraten zu höheren Temperaturen verschiebt. T_g liegt für einen Temperatursweep mit einer Heizrate von 1 °C/min bei -42,3 °C und mit einer Heizrate von 5 °C/min bei -41,4 °C. Das entspricht einer Lagenänderung der T_g um ca. 1 °C. Das Maximum des Verlustfaktors $\tan\delta$ hat sich maximal um 0,01 geändert. Diese Beobachtung lässt sich mit der schlechten Wärmeleitfähigkeit der meisten Kunststoffe erklären. Dadurch verschieben sich material-spezifische Übergangseffekte wie Relaxationsmaxima oder Glaspunkte zu höheren Temperaturen (im Fall

positiver Heizraten) bzw. zu tieferen Temperaturen (im Falle von negativen Kühlraten). Eine höhere Heizrate führt zu „Schleppeffekten“ und die Probe hinkt der Ofentemperatur hinterher. Eine Heizrate von 1 °C/min wird die probenspezifischen Effekte also korrekt abbilden, während die hohe Heizrate zu einer Verschiebung dieser Effekte auf der Temperaturskala führt.

Zusammenfassung

Diese minimalen Verschiebungen der Lage der T_g und das Maximum des Verlustfaktors $\tan\delta$ aufgrund verschiedener Heizraten sind auf eine sehr gute Temperaturverteilung in der DMA-GABO EPLEXOR®-Serie zurückzuführen, erzielt durch die Verwendung eines Lüfters in der Messkammer. Als direkte Konsequenz dieser Erkenntnisse ist der Verringerung der Messdauer von Temperatur-sweeps, in der man höhere Heizraten wie 5 °C/min anstatt beispielsweise 1 °C/min verwendet. Voraussetzung dafür ist die Vorkenntnis der Heizrate-Abhängigkeit von T_g der getesteten Werkstoffen.



2 Heizraten-Abhängigkeit der Glasübergangstemperatur T_g