Torsionspendelmessungen an PC-Stäben zur Bestimmung eines Standards für den Schubmodul

S. Krüger, H. Goering
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, BAM, Unter den Eichen 87, D-12205 Berlin

Motivation:

Mit der Entwicklung eines Standards für die dynamisch-mechanische Analyse (DMA) beschäftigt sich der Arbeitskreis Polymere der GEFTA seit einigen Jahren. Prinzipiell eignet sich hierfür Polycarbonat aufgrund seiner strukturellen Stabilität. Dazu wurden PC-Proben von 10 verschiedenen Teilnehmern untersucht und die Ergebnisse miteinander verglichen. Die PC-Stäbe, die vom Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden hergestellt wurden, zeigten eine für die Verwendung als Standard hinreichende strukturelle Stabilität von mehr als 4 a.

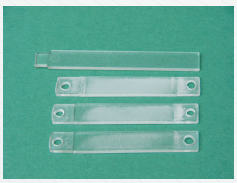

Bild 1: PC-Stäbe vor und nach den Torsionspendel-Messungen bis 170 °C

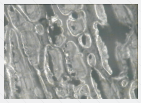

Bild 2: Blasen in den PC-Stäben nach der Messung

Bild 3: Probenhalterung mit Montagehilfe

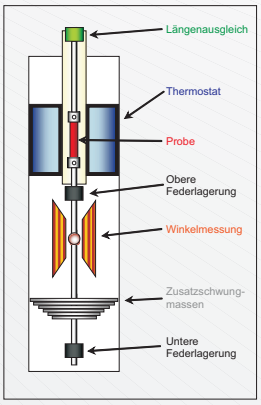

Bild 4: Hängende Torsionspendel-Anordnung (Myrenne)

Bild 5: Torsionspendel-Versuchsanordnung (Myrenne)

Ergebnisse:

Die Messdaten wurden zum einen im Torsionsschwingversuch nach ISO 6721-2 erzeugt. Das automatische Torsionspendel dient der Bestimmung des Schubmoduls G', des Verlustmoduls G'' und des mechanischen Verlustfaktors tan δ verschiedener Materialien im Temperaturbereich von – 180 °C bis 300 °C. Diese Materialeigenschaften werden unter Berücksichtigung des Trägheitsmomentes, der Eigenfrequenz und der Eigendämpfung des Systems aus den gemessenen Werten für Temperatur, Schwingungszeit und Dämpfung berechnet. Die so gewonnenen Schubmodulwerte kommen auf Grund der günstigen Kraftübertragung bei Torsionsbeanspruchung dem Absolutwert des Moduls als Materialkennwert am nächsten und können so als DMA-Vergleich (Modul-Temperaturkurve) herangezogen werden. Es konnte gezeigt werden, dass die ermittelten Modulwerte über mehrere Jahre hinweg stabil sind (Bild 6-8). Auch der Einfluss der Probendicke auf die Modulwerte ist gering (Bild 9). Der Vergleich einer hängenden und einer stehenden Versuchsanordnung zeigt nur geringe Unterschiede in den gemessenen Modulwerten.

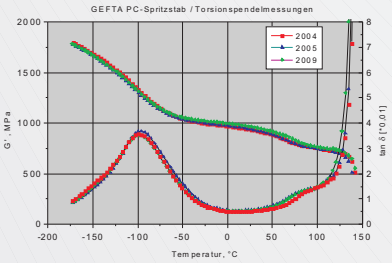

Bild 6: Verschiedene Messungen des Schubmoduls und des Verlustfaktors

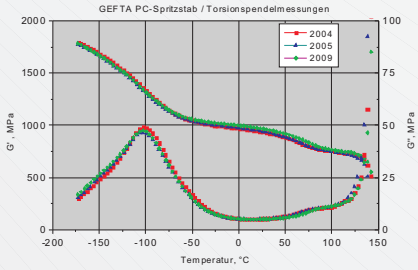

Bild 7: Verschiedene Messungen des Schubmoduls und des Verlustmoduls

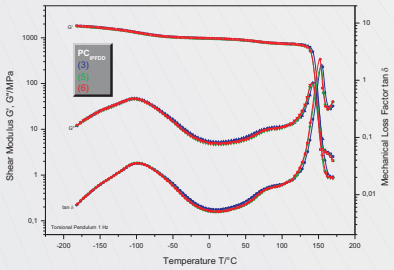

Bild 8: Verschiedene Messungen zur Langzeitstabilität des Schubmoduls und des Verlustfaktors

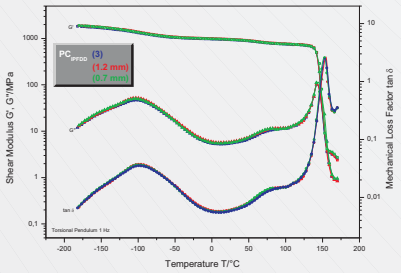

Bild 9: Verschiedene Messungen zum Dickeneinfluss der Probenstäbe

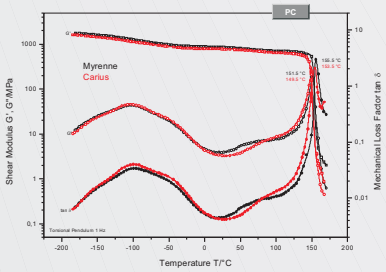

Bild 10: Vergleichende Messungen zu einer hängenden und einer stehenden Torsionspendel-Anordnung

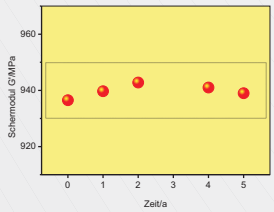

Bild 11: Schubmodul bei RT in Abhängigkeit von der Zeit nach dem Spritzguss

Zusammenfassung:

PC kann als Standard eingesetzt werden, es konnte ein stabiler Schubmodulwert von 940 Mpa bei 23°C ermittelt werden:

- Als Standard-Wert brauchbar
- Mehrmaliger Einsatz bis ca. 100 °C
- Keine Gerätedeformation
- Kein Trend, Streuung ca. 1 %
- Moduländerung durch T_g-Verschiebung ?
- Blasenbildung im Bereich von T_g (Lufteinschluss beim Spritzgießen)
- Geringe Moduländerung

$E' = 2(1+\mu)\,G'$

$\mu_{PC}=0.37$

$G'_{23\,°C} = 940\ (1\pm0.016)$ MPa

Definierter Standard

Danksagung:

Für die Mitarbeit bedanken wir uns bei allen Mitarbeitern des AK Polymere und allen Beteiligten.

BAM