

Untersuchung zur Frequenz-/ Zeitkorrelation

Der linear-viskoelastischen Modellierung der Zugsteifigkeit

Diplomand



Alessio Hartmann

Ausgangslage: Das Langzeitverhalten von Kunststoffen spielt in technischen Anwendungen eine entscheidende Rolle. Traditionell werden hierzu zeitintensive Zeitstandversuche durchgeführt, um Aussagen über das Langzeitverhalten treffen zu können.

Im Rahmen der linear-viskoelastischen Modellierung mit dem generalisierten Maxwell-Modell besteht jedoch eine Korrelation zwischen dem Frequenz- und dem Zeitbereich. Dadurch soll die Möglichkeit bestehen, aus vergleichsweise kurzzeitigen Messungen im Frequenzbereich Rückschlüsse auf das Langzeitverhalten zu ziehen.

Vorgehen: Zu Beginn erfolgt eine vertiefte Auseinandersetzung mit den theoretischen Grundlagen. Zur Identifikation der korrelierenden Parameter werden Messdaten im Frequenzbereich mittels dynamisch-mechanischer Analysen (DMA) über einen breiten Frequenz- und Temperaturbereich aufgenommen und anschliessend mit verschiedenen Methoden in den Zeitbereich transformiert. Dabei kommen die technischen Kunststoffe Styrol-Butadien (SB) und Polybutylenterephthalat (PBT) zum Einsatz. Zur Validierung der aus den Frequenzdaten abgeleiteten Kriechkurven werden ergänzend Zeitstandmessungen (Kriech-Experimente) durchgeführt.

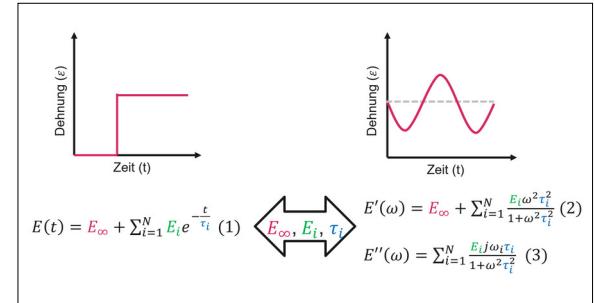
Ergebnis: Die Ergebnisse bestätigen die Korrelation zwischen Frequenz- und Zeitbereich. Die aus den Frequenzbereichsdaten bestimmten Parameter ermöglichen eine gute Approximation des Kriechverhaltens von SB. Für PBT konnten ebenfalls Kriechkurven approximiert werden, jedoch mit höherer Ungenauigkeit.

Die Untersuchung zeigt zudem, dass die Bestimmung temperaturabhängiger Verschiebefaktoren, welche

die Relaxationszeiten beeinflussen, einen massgeblichen Einfluss auf die Genauigkeit der Approximation hat. Zur Unterstützung dieses Prozesses wurde ein Python-Programm entwickelt, das anhand von Temperatur-, Frequenz- sowie Speicher- und Verlustmodul-Daten aus den DMA-Experimenten eine objektive und reproduzierbare Approximation des Kriechverhaltens ermöglicht.

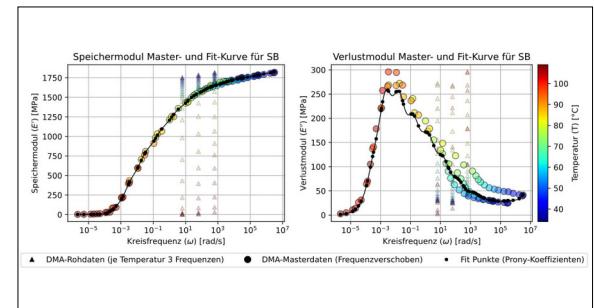
Korrelation zwischen Zeit- (1) und Frequenzbereich (2), (3) mittels generalisiertem Maxwell-Modell.

Eigene Darstellung



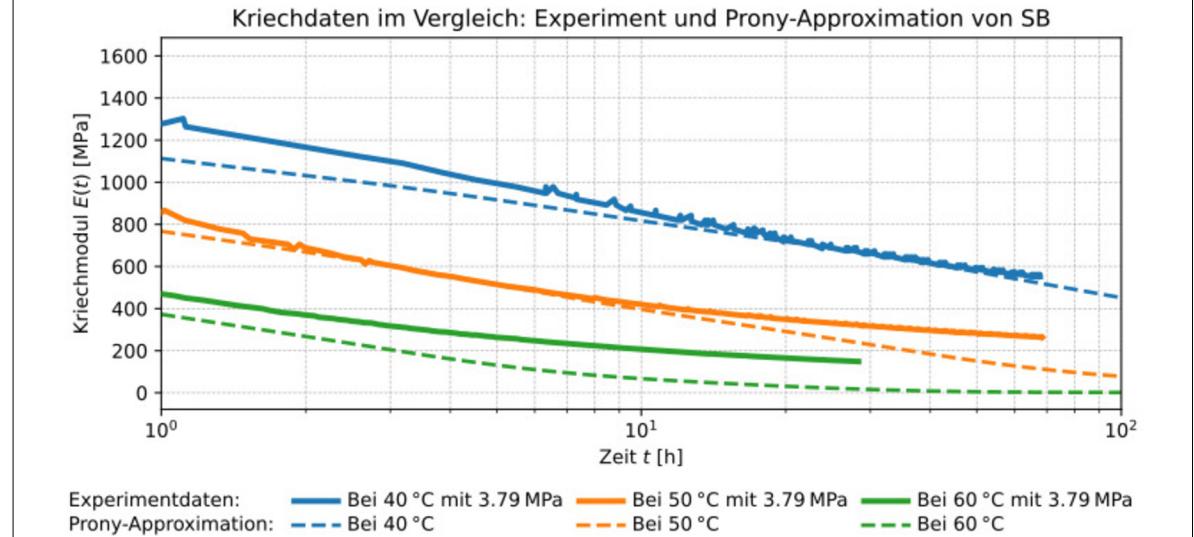
Ausschnitt des numerischen Fits zur Ermittlung der Koeffizienten mit Python (für SB).

Eigene Darstellung



Vergleich der Prony-Approximation (numerisch evaluiert) mit den aus den Kriechversuchen stammenden Daten.

Eigene Darstellung



Referent
Prof. Dr. Mario Studer

Korreferent
Daniel Marty,
Weidmann Medical
Technology AG,
Rapperswil SG, SG

Themengebiet
Kunststofftechnik,
Simulationstechnik