

**IGF-Vorhaben Nr. 20426 N**

**Laufzeit 01.01.2019 – 31.12.2020**

### **Mehraxiales Kriechverhalten von Thermoplasten unter Temperatureinfluss (ThermoCreep)**

Felix Dillenberger & Vladimir A. Kolupaev

Mechanik und Simulation, Bereich Kunststoffe, Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF, Schlossgartenstraße 6, 64289 Darmstadt

#### **Zusammenfassung**

Das Ziel des Projekts ist die Vorhersage viskoelastischen Effekte in thermoplastischen Bauteilen unter 3D-Belastung und Temperatureinfluss. Zur Analyse der Kriecheigenschaften wurden zwei unverstärkte Thermoplaste ausgewählt, die sich unterschiedlich unter Zug- und Druck verhalten.

Die Besonderheiten des Materialverhalten wurden zuerst mit der multimodalen Elastizitätstheorie erfasst. Diese Theorie wird dann zum Vergleich mit Standardmethoden als FEM-code implementiert und für die Anwendung empfohlen. Für die Berechnung der fehlenden Parameter wurde eine praxisrelevante Abschätzung bereitgestellt und auf die Plausibilität geprüft.

In diesem Projekt wurden lineare und nichtlineare Kriechtheorien generalisiert und auf die Anwendbarkeit getestet. Zuerst wurde die klassische Fließregel verallgemeinert, indem zusätzliche Terme, die das „Erinnerungsvermögen“ des Materials steuern, in die Gleichung eingeführt wurden. Die Fließfläche wurde angepasst, um zulässige Querdehnungen während des Kriechens unter Druckbelastung zu erhalten. Diese Methode wurde vielseitig aus theoretischer Sicht diskutiert. Die ersten Auswertungen haben es gezeigt, dass diese Methode für die Praxis zu sensibel ist.

Im dritten Schritt wurde auf der Basis der linearen Viskoelastizität eine neue Theorie der multimodalen Viskoelastizität entwickelt. Diese Theorie wurde dann in FEM-code implementiert, getestet und für die Anwendung als zuverlässig und benutzerfreundlich empfohlen.

Für die Vorhersage des 3D-Kriechens sind Materialdaten unter verschiedenen Spannungszuständen benötigt. Für die experimentelle Prüfung der Materialeigenschaften beim Zug unter Temperatureinfluss wurde die LBF-Kriechanlage verwendet. Die Testergebnisse sind stabil und zuverlässig. Für die Druck- und Scherprüfungen wurden spezielle Spannvorrichtungen für konventionelle Zugprüfmaschinen entwickelt, gefertigt und eingesetzt. Die Einspannung für den Druckprobekörper ist dabei eindeutiger geworden. Für den Scherversuch wurden die

bekannten Geometrien der Probekörper modifiziert und unter Berücksichtigung des Spritzgießprozesses optimiert.

Die simulierten Ergebnisse wurden mit Testergebnissen am Praxisbauteil validiert. Die Anwendbarkeit und die Grenzen der vorgestellten Theorien wurden diskutiert. Die Notwendigkeit der Berücksichtigung der Zug / Druckunterschieden bei der Auslegung von realen Bauteilen wurde dabei begründet.

Das Ziel des Vorhabens wurde erreicht.

**Schlüsselwörter:** 3D-Kriechen, Relaxation, Viskoelastizität, Triaxialität, Optimierung

## Danksagung

Das IGF-Vorhaben Nr. 20426 N, AZ 62402/005-04#426 zum Thema „Mehraxiales Kriechverhalten von Bauteilen aus Thermoplasten unter Temperatureinfluss“

der Forschungsvereinigung Forschungsgesellschaft Kunststoffe e.V. (FGK) wurde über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V.



im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Für diese Förderung sei gedankt.

Ebenso gilt der Dank der Forschungsgesellschaft Kunststoffe e.V.



Weiterhin danken wir den im projektbegleitenden Ausschuss vertretenen Unternehmen für ihre fachliche Unterstützung.

Individueller Dank geht an M. Sc., MBA (USA), Dipl.-Ing. (FH) Dominik Hertenstein, KABO-PLASTIC GmbH, Hartheim-Feldkirch für die Herstellung der Praxisbauteile aus verschiedenen Materialien.