

# PRESSEINFORMATION

PRESSEINFORMATION

9. August 2022 || Seite 1 | 3

## Innovativer 2D-Zugversuch für Design von Kunststofftanks

**Die Auslegung von Kunststoffbauteilen basiert im ersten Schritt auf den für Metalle bewährten Modellen. Diese Modelle können zu kritischen Fehlinterpretationen bei Kunststoffbauteilen führen, die vorwiegend mehraxialen Zugbelastungen ausgesetzt sind. Passendere Materialmodelle für Kunststoffe benötigen Daten aus den 2D- und 3D-Zugversuchen, welche aus den uniaxialen Zug- und Druckversuchen nicht gewonnen werden können. Wissenschaftlich Teams am Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF haben bekannte Prüfvorschriften für den biaxialen Zugversuch unter Temperatureinfluss analysiert und auf den aktuellen Forschungsstand gebracht. Die implementierte optische Messung während der Belastung erfasst das mechanische Verhalten des Probekörpers. Die Daten aus dem innovativen Prüfverfahren vereinfachen die Auswahl und die Anpassung eines materialgerechten Modells, was eine zuverlässige Extrapolation auf 3D-Zug erlaubt. Diese Vorgehensweise ist für sicheres und kosteneffektives Design von Kunststofftanks entscheidend.**

Etablierte Auslegungsmethoden basieren in der Regel auf Daten aus uniaxialen Zugversuchen. Bei Kunststoffbauteilen sind solche Methoden kritisch zu bewerten. Vor allem bei Tanks und Behältern, die unter Innendruck stehen, bei Ventilen oder Bauteilen in Unterwasseranwendungen führen solche Auslegungen zu »unerwartetem« Versagen im Einsatz. Ziel des Forscherteams ist, der Industrie anwendungsbezogene und wirtschaftliche Methoden bereitzustellen, die es erlauben, grundlegende Informationen über das mechanische Verhalten unter mehraxialen Zugbelastungen abzuleiten.

Die neue Vorgehensweise des Fraunhofer LBF liefert sowohl Daten für eine zuverlässige Modellierung von Bauteilen unter praxisrelevanten Belastungen als auch geeignete Auslegungswerkzeuge. Bauteile aus dem Automotivebereich, Komponenten im Flugzeugbau oder Produkte für Sport, Medizin und Haushalt können zuverlässiger und kostengünstiger ausgelegt werden.

### Moderne Methode für 2D-Zugversuche

Die Prüfvorrichtung wurde für Kunststoffplatten der Dicke rund zwei Millimeter konzipiert. Diese Dicke entspricht der typischen Wandstärke von Kunststoffbauteilen im Spritzgussbereich. Die Platte wird in der Vorrichtung zwischen kreisförmigen Ringen fest eingespannt und mittig mit einer Halbkugel des Indenters belastet, wodurch eine Durchbiegung der Probe verursacht wird. In der Mitte der Probe tritt eine gleichmäßige

---

#### Redaktion

**Anke Zeidler-Finsel** | Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF | Institutsleiter: Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz | Bartningstraße 47 | 64289 Darmstadt | [www.lbf.fraunhofer.de](http://www.lbf.fraunhofer.de) | [anke.zeidler-finsel@lbf.fraunhofer.de](mailto:anke.zeidler-finsel@lbf.fraunhofer.de) | Telefon +49 6151 705-268

**FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BETRIEBSFESTIGKEIT UND SYSTEMZUVERLÄSSIGKEIT LBF**

biaxiale Zugspannung auf. Die Kontaktfläche wird geschmiert und die Reibung beim Krafteinbringen verringert. Spannungssingularitäten im Einspannbereich werden durch eine spezielle Gestaltung der Kanten der Kreisringe reduziert.

---

**PRESSEINFORMATION**9. August 2022 || Seite 2 | 3

---

Die Verformung des Probekörpers wird von einer CCD-Kamera mit einem telezentrischen Objektiv aufgenommen. Dadurch lässt sich verhindern, dass virtuelle Dehnungen erfasst werden, die entstehen, wenn sich die Betrachtungsebene entlang der optischen Achse verschiebt. Die Auswertung der Geometrieänderung in der Platte erfolgt in einem anschließenden Post-Processing unter Verwendung von Grauwert-Korrelationssoftware. Zusätzlich wird eine zweite CCD-Kamera eingesetzt, die den Beginn der Plastifizierung am Rand der Einspannung erfasst.

Die Testergebnisse können bis zu einer Durchbiegung der Platte von sechs Millimeter ausgewertet werden. Durch Variation des Durchmessers des Spannzeugs und der Geometrie des Indenters lassen sich verschiedene Formen von Biegelinien erzielen. Die optimalen Abmessungen werden mit den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern im Fraunhofer LBF je nach den Materialeigenschaften, der Probendicke und den Prüfanforderungen individuell abgestimmt. Die Prüfungen werden nach Kundenspezifikationen oder nach den Empfehlungen des Instituts bei Temperaturen bis zu 120 Grad Celsius durchgeführt.

**Auswertung der Deformation durch digitale Bildkorrelation**

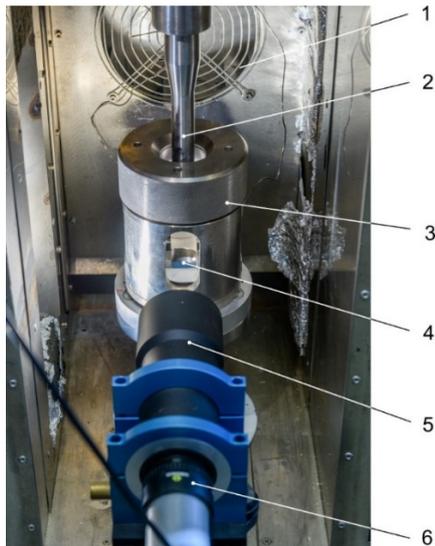
Die Probendicke wird vor der Prüfung gemessen. Der Probekörper wird mit einem statistisch verteilten schwarz-weißen Muster gesprenkelt und dann direkt geprüft, damit eine optimale Haftung zwischen der Platte und dem Muster bis zum Versagen erreicht wird. Dies ermöglicht die Auswertung der Dehnungen auf der Probenoberfläche durch digitale Bildkorrelation als Funktion der Belastung. Darüber hinaus ermöglicht der Aufbau die Erfassung lokaler Effekte und, bei Bedarf, die Untersuchung des Entlastungsverhaltens der Polymere. Außerdem erlaubt der Prüfaufbau die Ermittlung der Kriecheigenschaften unter 2D-Zug.

Die Gesamtbelastung vs. die Durchbiegung als Funktion des Radius werden durch Methoden des Reverse-Engineerings nachgestellt. Bei bisherigen Untersuchungen wurde eine gute Übereinstimmung zwischen den experimentellen und den Simulationsergebnissen bei verschiedenen Temperaturen erreicht.

Die Daten werden z. B. für die Auslegung und Untersuchung von Versagensfällen in Kunststofftanks unter Innendruck und erhöhten Temperaturen verwendet. Basierend auf den gewonnenen Daten werden in Simulation genutzte Materialmodelle und Festigkeitskriterien an die Kunststoffe materialgerecht angepasst. Die Fraunhofer Forschenden analysieren die individuellen Herausforderungen bei der Modellierung der kritischen Kunststoffkomponenten und bieten Expertise auf allen Ebenen des Designprozesses.

---

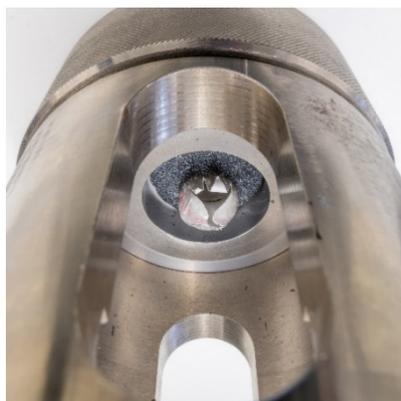
**FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BETRIEBSFESTIGKEIT UND SYSTEMZUVERLÄSSIGKEIT LBF**



**PRESSEINFORMATION**

9. August 2022 || Seite 3 | 3

Prüfvorrichtung für 2D-Zugbelastung eingebaut in der Thermokammer der Prüfmaschine: 1 - Ventilator der Thermokammer, 2 - Indentor mit halbkugelförmiger Spitze, 3 - Spannzeug mit Seitenfenstern, 4 - Spiegel, 5 - telezentrisches Objektiv, 6 - CCD-Kamera zur Aufnahme des schwarz-weißen Musters. Foto: Fraunhofer LBF.



Eingebauter Probekörper mit schwarz-weißem Muster nach dem Test bei 80°C (Ansicht von unten (stempelabgewandt) durch das Seitenfenster). Foto: Fraunhofer LBF

Das **Fraunhofer LBF** in Darmstadt steht seit über 80 Jahren für **Sicherheit und Zuverlässigkeit von Leichtbaustrukturen**. Mit seinen Kompetenzen auf den Gebieten Betriebsfestigkeit, Systemzuverlässigkeit, Schwingungstechnik und Polymertechnik bietet das Institut heute Lösungen für drei wichtige Querschnittsthemen der Zukunft: Systemleichtbau, Funktionsintegration und cyberphysische maschinenbauliche Systeme. Im Fokus stehen dabei Lösungen für gesellschaftliche Herausforderungen wie Ressourceneffizienz und Emissionsreduktion sowie Future Mobility, wie die Elektromobilität und das autonome, vernetzte Fahren. Umfassende Kompetenzen von der Datenerfassung im realen betrieblichen Feldeinsatz über die Datenanalyse und die Dateninterpretation bis hin zur Ableitung von konkreten Maßnahmen zur Auslegung und Verbesserung von Material-, Bauteil- und Systemeigenschaften bilden dafür die Grundlage. Die Auftraggeber kommen u.a. aus dem Automobil- und Nutzfahrzeugbau, dem Schiffbau, der Luftfahrt, dem Maschinen- und Anlagenbau, der Energietechnik, der Elektrotechnik, der Medizintechnik sowie der chemischen Industrie. Sie profitieren von ausgewiesener Expertise der rund 400 Mitarbeiter und modernster Technologie auf mehr als 17 900 Quadratmetern Labor- und Versuchsfläche.

**Wissenschaftlicher Kontakt:** **Dr. Vladimir A. Kolupaev** | Telefon: +49 6151 705-875 | [vladimir.kolupaev@lbf.fraunhofer.de](mailto:vladimir.kolupaev@lbf.fraunhofer.de)  
**Dr. Felix Dillenberger** | Telefon: +49 6151 705-8753 | [felix.dillenberger@lbf.fraunhofer.de](mailto:felix.dillenberger@lbf.fraunhofer.de)