

# Experimentelle und simulative Untersuchung von auxetischen Aluminiumblechen

Tobias HEIB<sup>1</sup>, Hans-Georg HERRMANN<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Universität des Saarlandes, Saarbrücken

<sup>2</sup> Fraunhofer IZFP, Saarbrücken

Kontakt E-Mail: tobias.heib@uni-saarland.de

## Kurzfassung

Auxetische Materialien zeichnen sich durch ihre negative Poissonzahl aus, die dafür sorgt, dass sich bei Zugbelastung das Material senkrecht dazu ausbreitet. Fast alle natürlichen Materialien besitzen eine positive Poissonzahl und weisen dieses Verhalten nicht auf. Durch Anpassung der makroskopischen Struktur lässt sich dieser Mechanismus jedoch aufprägen. Im Fokus steht die Charakterisierung auxetisch strukturierter Aluminiumbleche mit rechteckiger Perforation. Es werden die digitale Bildkorrelation (DIC) und Thermographie in-situ während eines quasistatischen Zugversuchs angewandt. Dabei können zum einen die lokalen Dehnungsfelder bestimmt und zum anderen die thermische Veränderung aufgrund elastischer und plastischer Deformationsprozesse ermittelt werden. Parallel wird eine gekoppelte thermo-mechanische Simulation umgesetzt und deren Ergebnisse mit den Versuchen korreliert. Zu den bereits genannten Prüfmethode werden ex-situ vor und nach dem Zugversuch HF-Ultraschall Scans und Mikrotomographie Messungen an den Proben durchgeführt, mit denen sich Geometrische Veränderungen (z.B. Ausdünnung) oder beginnende Schädigungen in Form von Rissen darstellen lassen. Der Einsatz von auxetischen Materialien ist, aufgrund ihres hohen Porenanteils, vor allem im Bereich von Leichtbauanwendungen interessant. Hierfür ist eine möglichst genaue Beschreibung des Deformationsmechanismus notwendig.

# Experimentelle und simulative Untersuchung von auxetischen Aluminiumblechen

Tobias Heib<sup>1</sup>, Hans-Georg Herrmann<sup>1,2</sup>

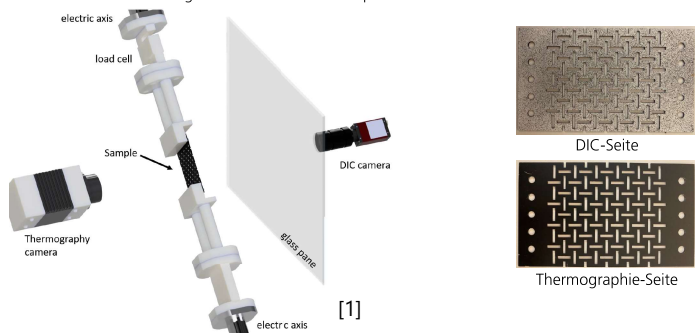
<sup>1</sup> Lehrstuhl für Leichtbausysteme (LLB), Universität des Saarlandes, Saarbrücken; tobias.heib@uni-saarland.de  
<sup>2</sup> Fraunhofer Institut für zerstörungsfreie Prüfverfahren (IZFP), Saarbrücken; hans-georg.herrmann@izfp.fraunhofer.de

## Einleitung

Auxetische Metamaterialien zeichnen sich durch ihre negative Poissonzahl aus, die dafür sorgt, dass sich unter Zugbelastung das Material senkrecht dazu ausdehnt. Da solche Materialien in der Natur so nicht vorkommen, ist eine Anpassung der makroskopischen Struktur notwendig um diesen Mechanismus aufzuprägen. Mit Hilfe einer Kombination von digitaler Bildkorrelation (DIC) und Thermographie; Hochfrequenz-Ultraschall und Mikrotomographie werden Messungen durchgeführt und mit Simulationsergebnissen verglichen.

## Versuchsaufbau und Proben

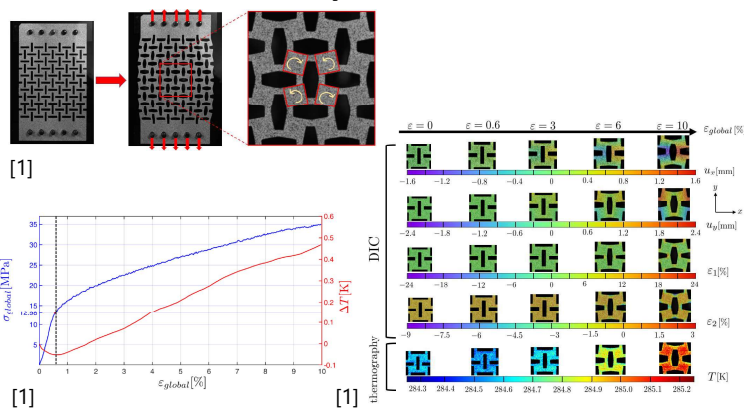
- Versuchsaufbau
  - DIC und Thermographie Kamera stehen sich gegenüber u. werden synchron getriggert
  - Biaxialer Zug (Probenmitte bleibt stationär)
- Proben
  - AlMg3 (1 mm)
  - Mikrowasserstrahl strukturiert
- Probenvorbereitung
  - Thermographie Seite: matt schwarz lackiert ( $\epsilon = 0,97$ )
  - DIC-Seite: weiß grundiert mit schwarzen Speckle-Punkten



[1]

## Thermographie und digitale Bildkorrelation (DIC)

- Probe dehnt sich senkrecht zur Belastungsrichtung aus (Mechanismus: rotierende Quadrate)
- Poissonzahl (Probenmitte):  $\nu = -0,78$
- Dehnung treten v.a. an dünnen Stegen auf
- Thermoelastischer Effekt mit Thermographie erkennbar
  - Minimum korreliert mit der Elastizitätsgrenze

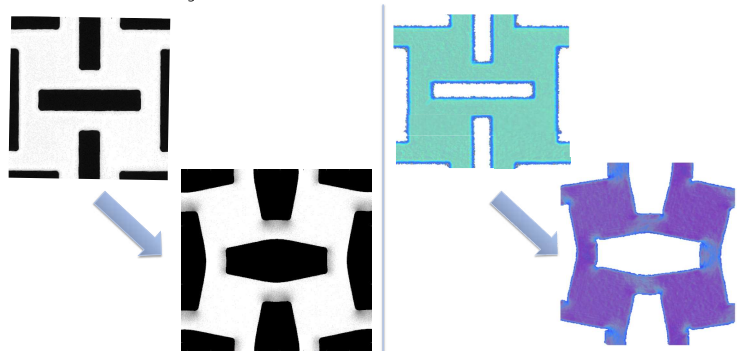


[1]

[1]

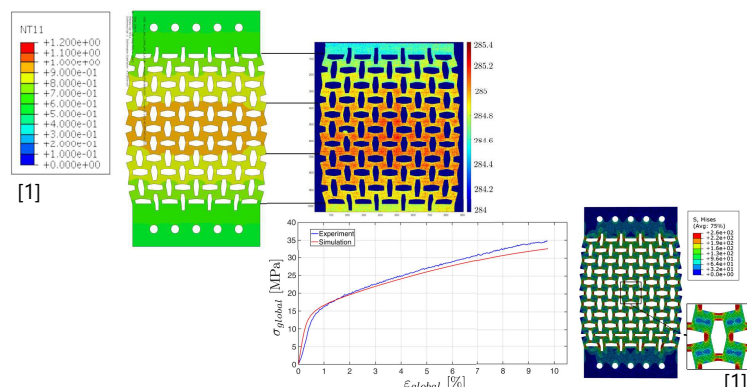
## Hochfrequenz Ultraschall und $\mu$ -Computertomographie

- Hochfrequenz Ultraschall (25 MHz)
  - Scan der Probenoberfläche im Wasserbad (0,05 mm Scanabstand)
  - Untersuchung vor und nach Zugversuch
  - Ermittlung Bereichen mit plastischer Deformation und somit verändertem Querschnitt
- $\mu$ -Computertomographie
  - Durchstrahlungsmessung
  - Homogene Intensitätswerte im Ausgangszustand
  - Durch Verformung lokal veränderte Probendicke und somit auch Intensitäten



## FEM Simulation mit thermomechanischer Kopplung

- FEM Simulation mit Abaqus
  - Coupled Temperature-Displacement (C3D8T Elemente)
  - globale Dehnung bis zu 10% mit vergleichbarer Dehnrate ( $0,0025 \text{ s}^{-1}$ ) wie im Experiment
- Eingabeparameter:
  - Mechan. und therm. Materialkennwerte von AlMg3
  - Emissivität der Probenbeschichtung



[1]

[1]