

**Faculty of Mechanical Engineering
Chair of Materials Test Engineering**

Prof. Dr.-Ing. Frank Walther

***Neue Erkenntnisse zum Versagensverhalten
naturfaserverstärkter Kunststoffe mit
maßgeschneiderten Testmethoden***

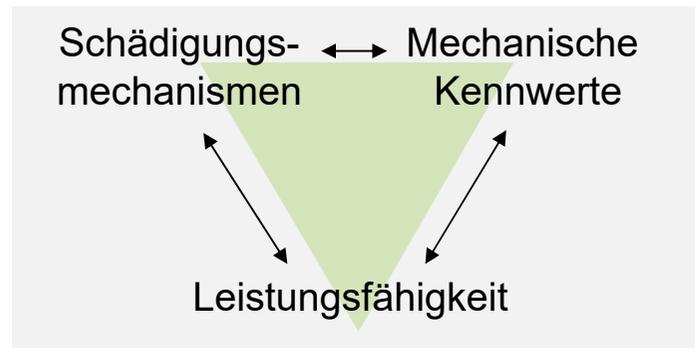
R. Helwing, R. Scholz, F. Walther

Chair of Materials Test Engineering (WPT), TU Dortmund University

1. Projekt Motivation



Quasistatische Versuche



Stakeholder Workshop



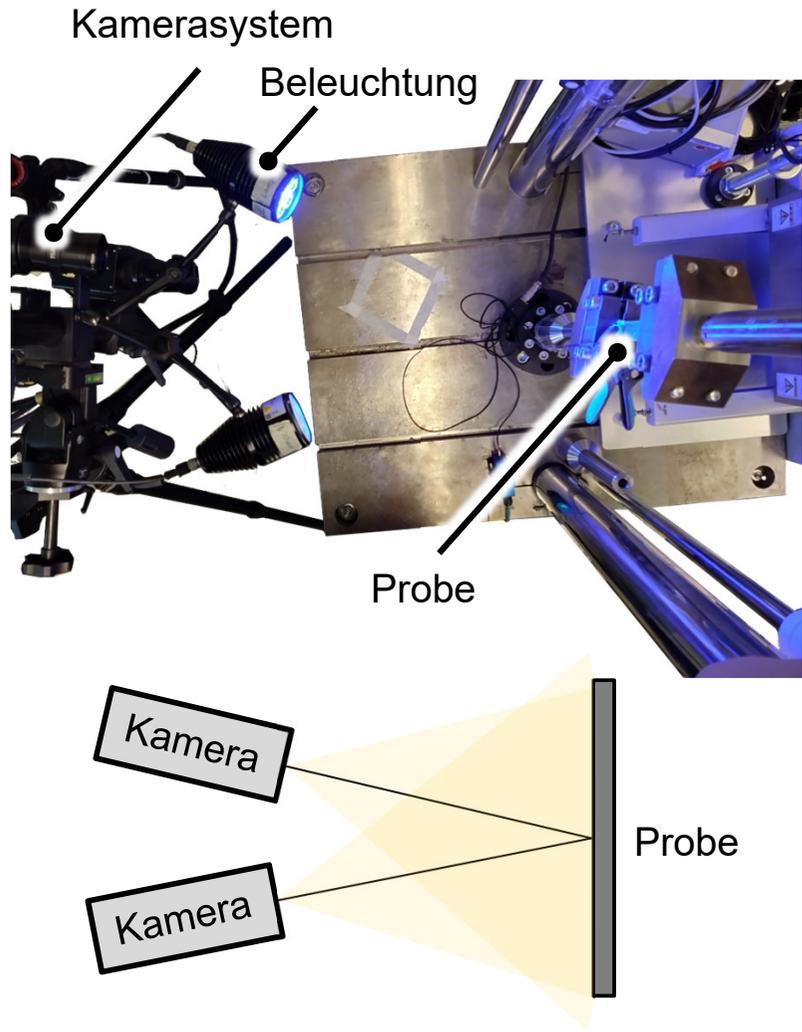
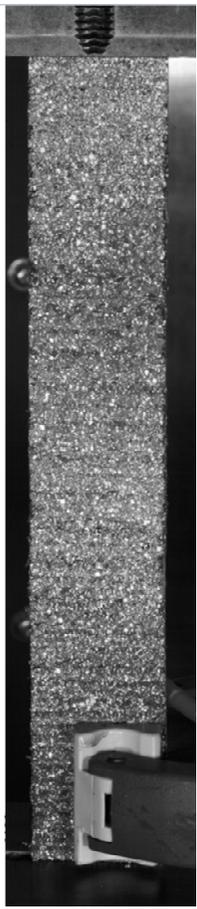
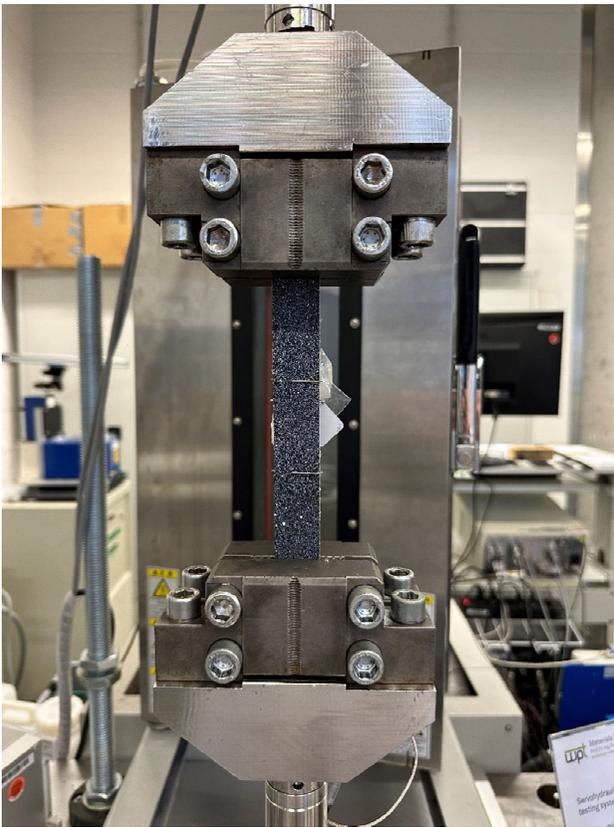
Dynamische Versuche

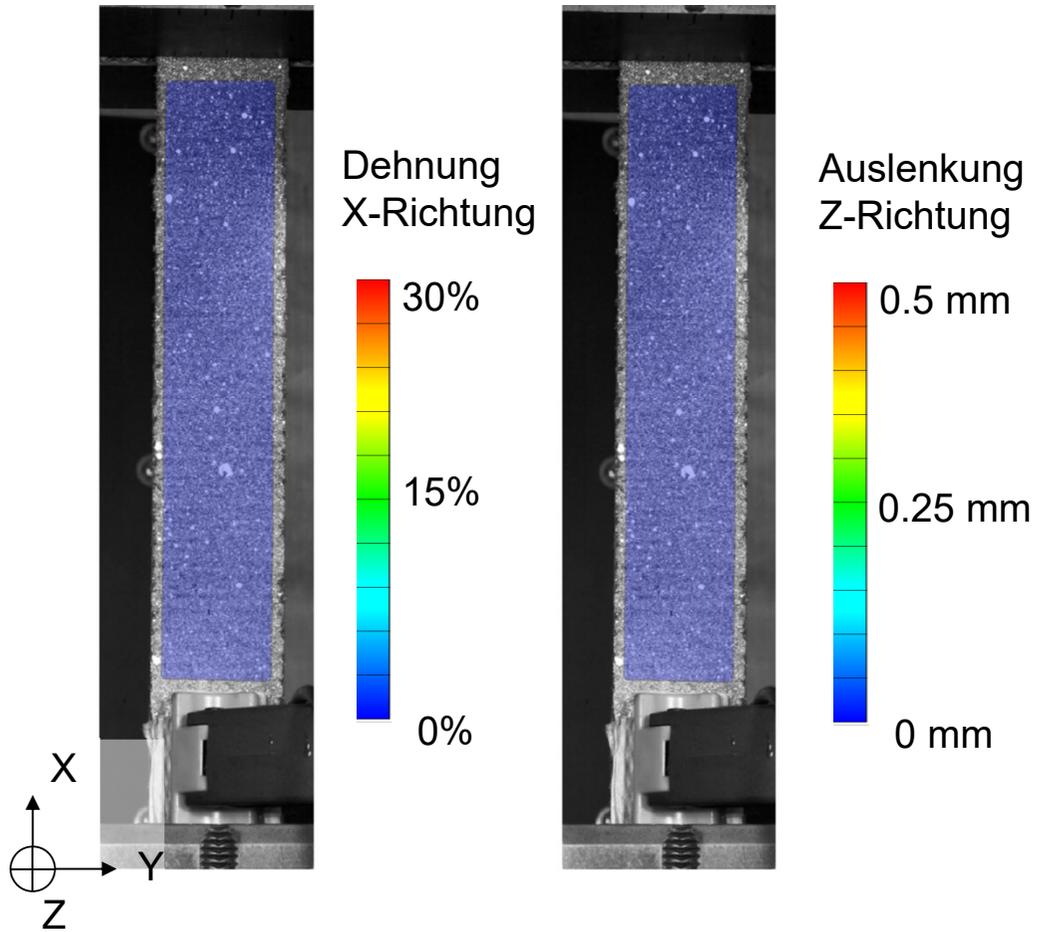


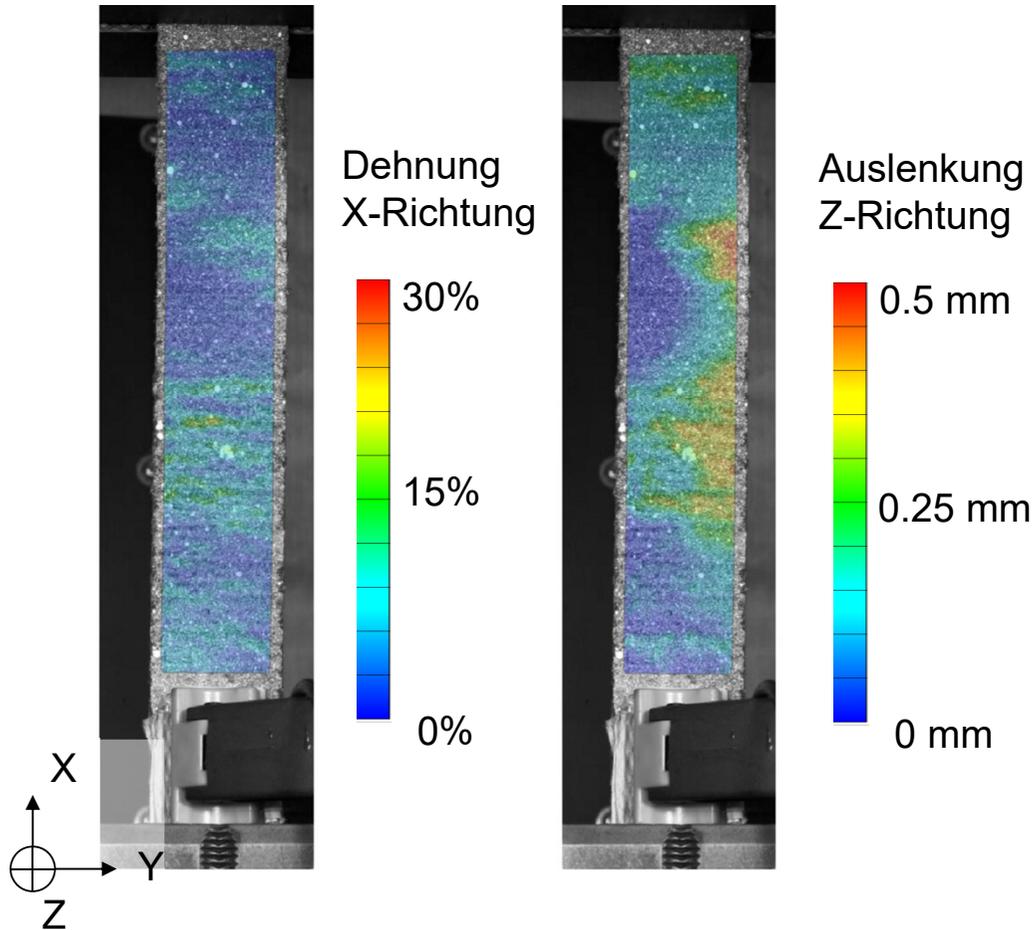
- 1 Quasistatische Versuche
- 2 Dynamische Mehrstufenversuche
- 3 Schädigungsmechanismen
- 4 Ergebnisse der Mehrstufenversuche



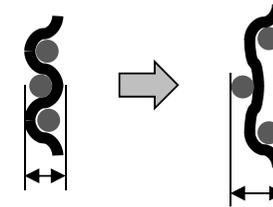
1. Quasistatische Versuche DIC-Untersuchungen







Dehnungslokalisierung in X-Richtung



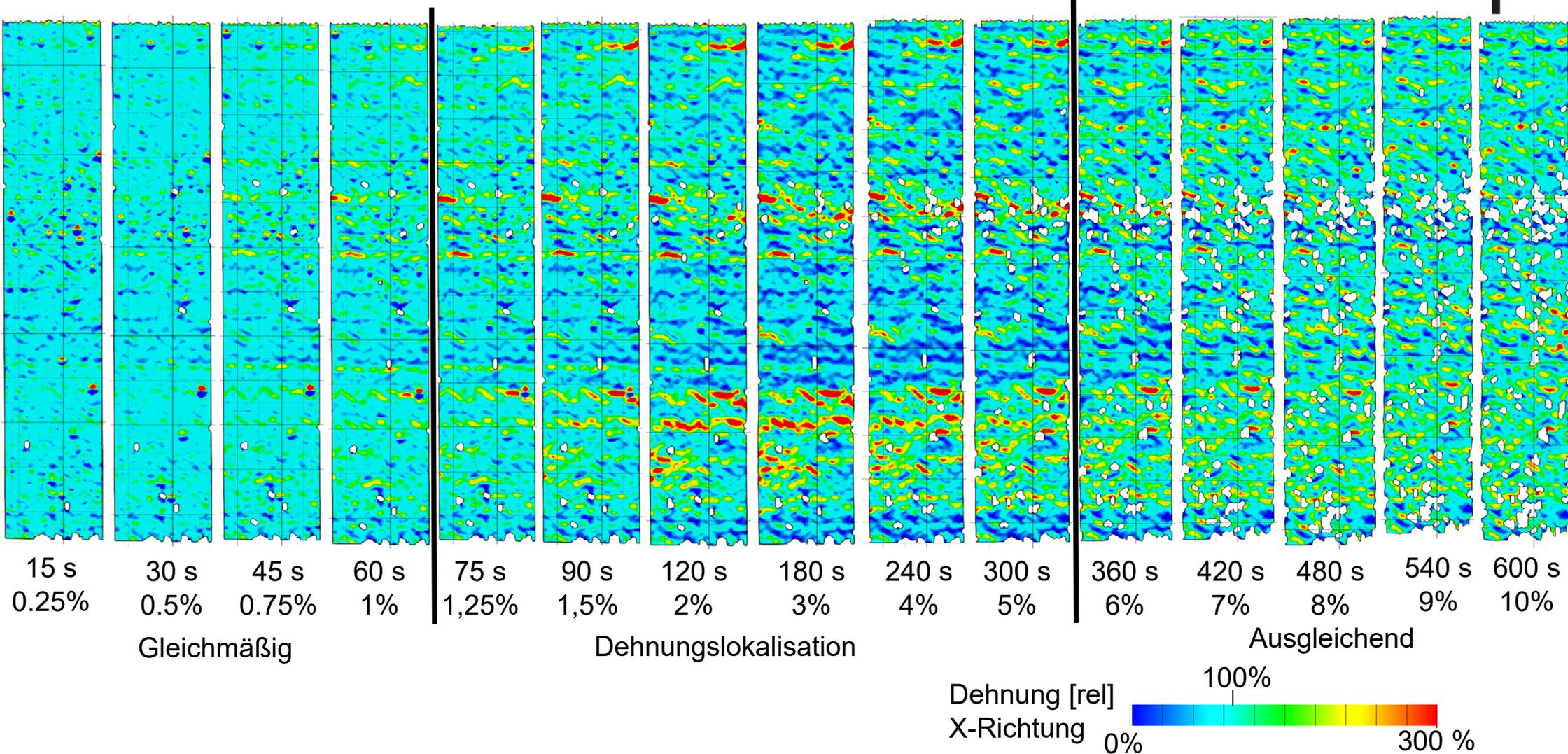
Rückgang der
Ondulation an
lokalen Stellen

- Faser-Matrix-Enthaftung
- Lokale Dickenveränderung der Proben

Versagen an Punkten mit geringen Dehnungen

- Dehnungslokalisierung kein Indikator für Versagen
- Rückgang der Ondulation führt nicht zum finalen Probenversagen

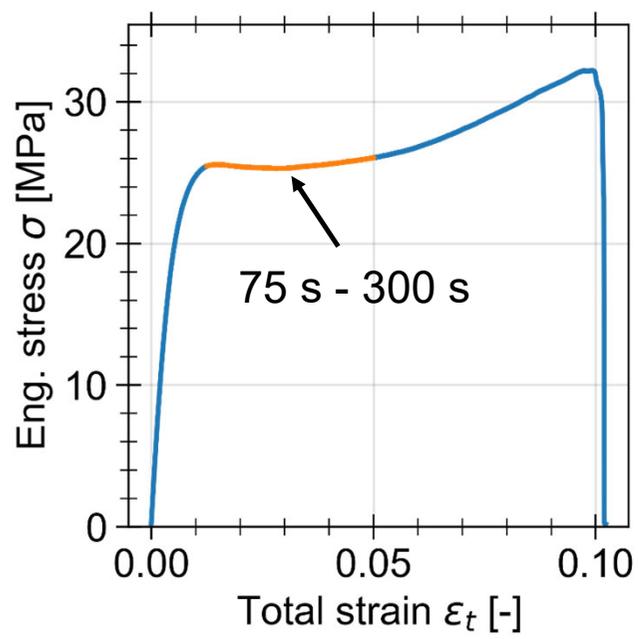
1. Quasistatische Versuche Dehnungslokalisierung



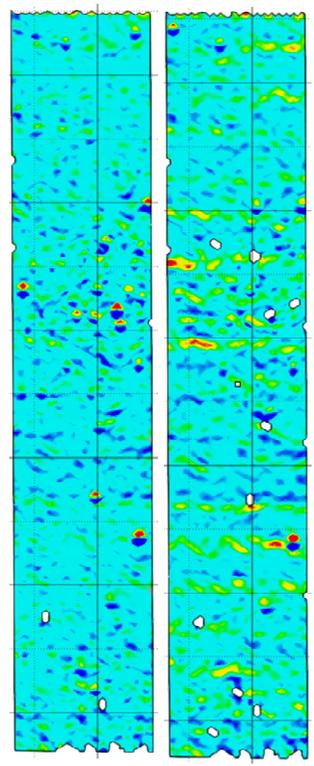
1. Quasistatische Versuche
Dehnungslokalisation



Legende: Skaliert nach aufgebrachtener Dehnung

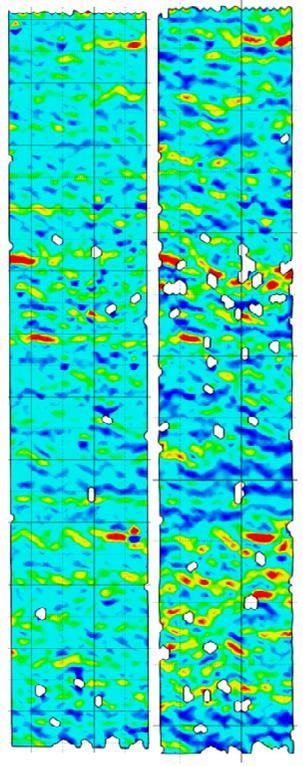


Schädigungsevolution über die
Probenlänge variant



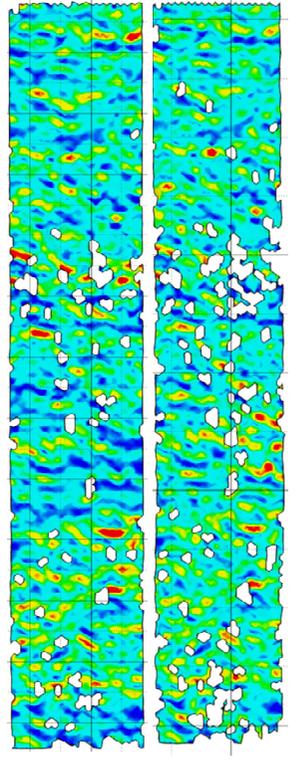
15 s 60 s
0.75% 3%

Gleichmäßig



75 s 300 s
3,75% 15%

Dehnungslokalisation



360 s 600 s
18% 30%

Ausgleichend

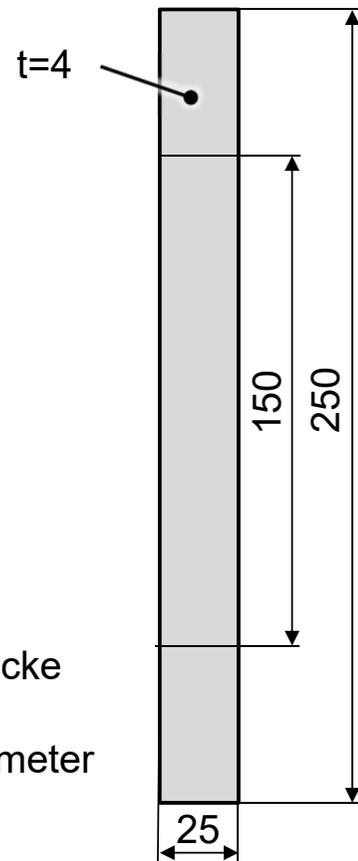
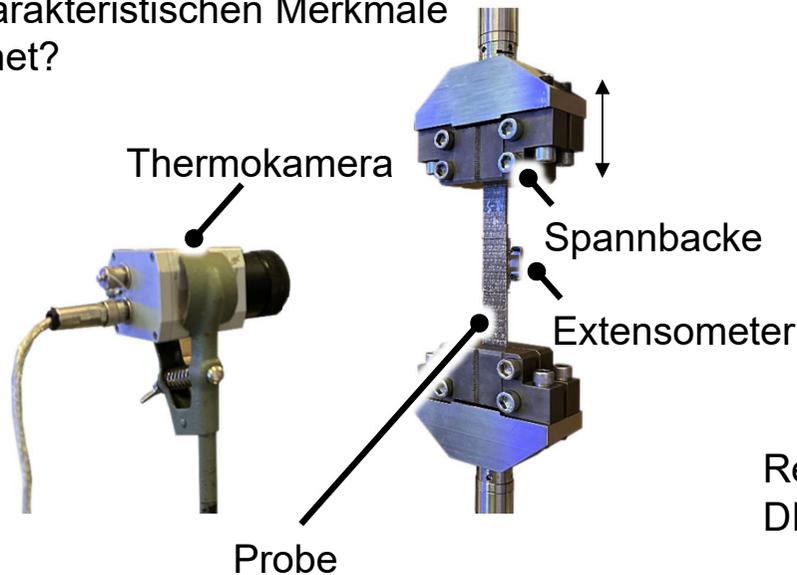
2. Dynamische Mehrstufenversuche Versuchsstand

Konsequenzen für die Versuche

- Große Proben um Variation der Probenplatten auszugleichen
- Reduktion der Versuchszeiten durch stufenweise anheben der Prüfbelastung

Fragestellungen

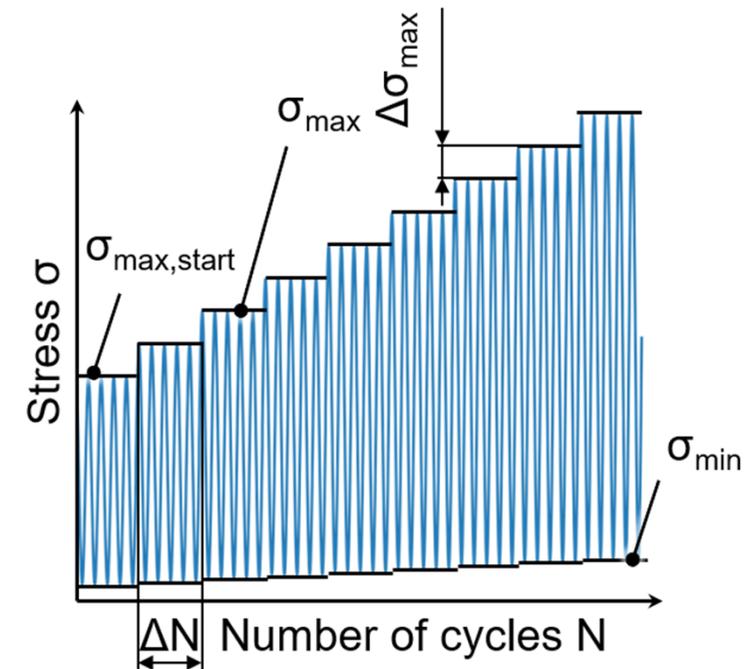
- Wie kann die lokalen Varianz mit berücksichtigt werden?
- Welche charakteristischen Merkmale sind geeignet?



Rechteckprobe,
DIN ISO 527-4 Typ 2

Mehrstufenversuch

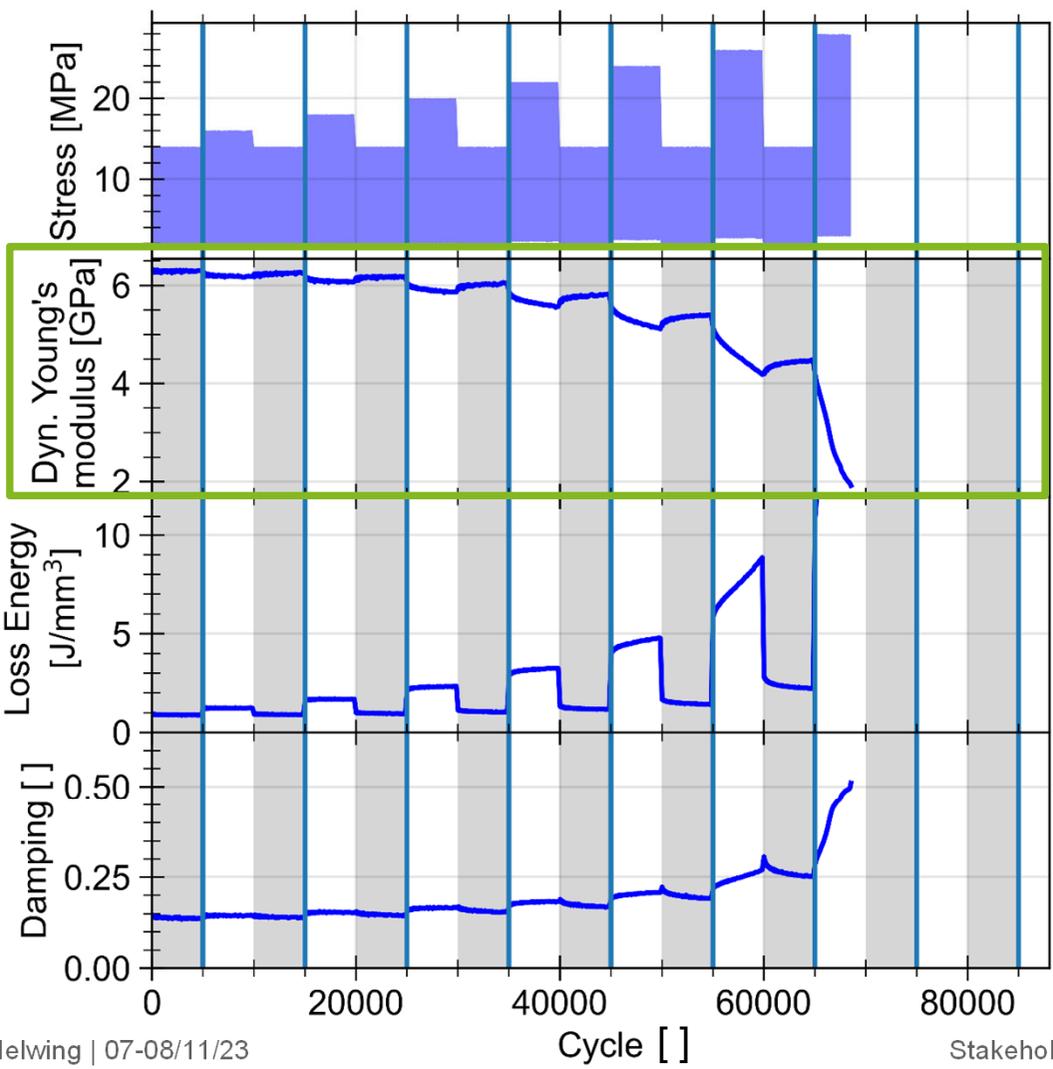
R	= 0,1
f	= 5 Hz
$\sigma_{\max, \text{start}}$	= 14 MPa
$\Delta\sigma_{\max}$	= 2 MPa
ΔN	= 5000



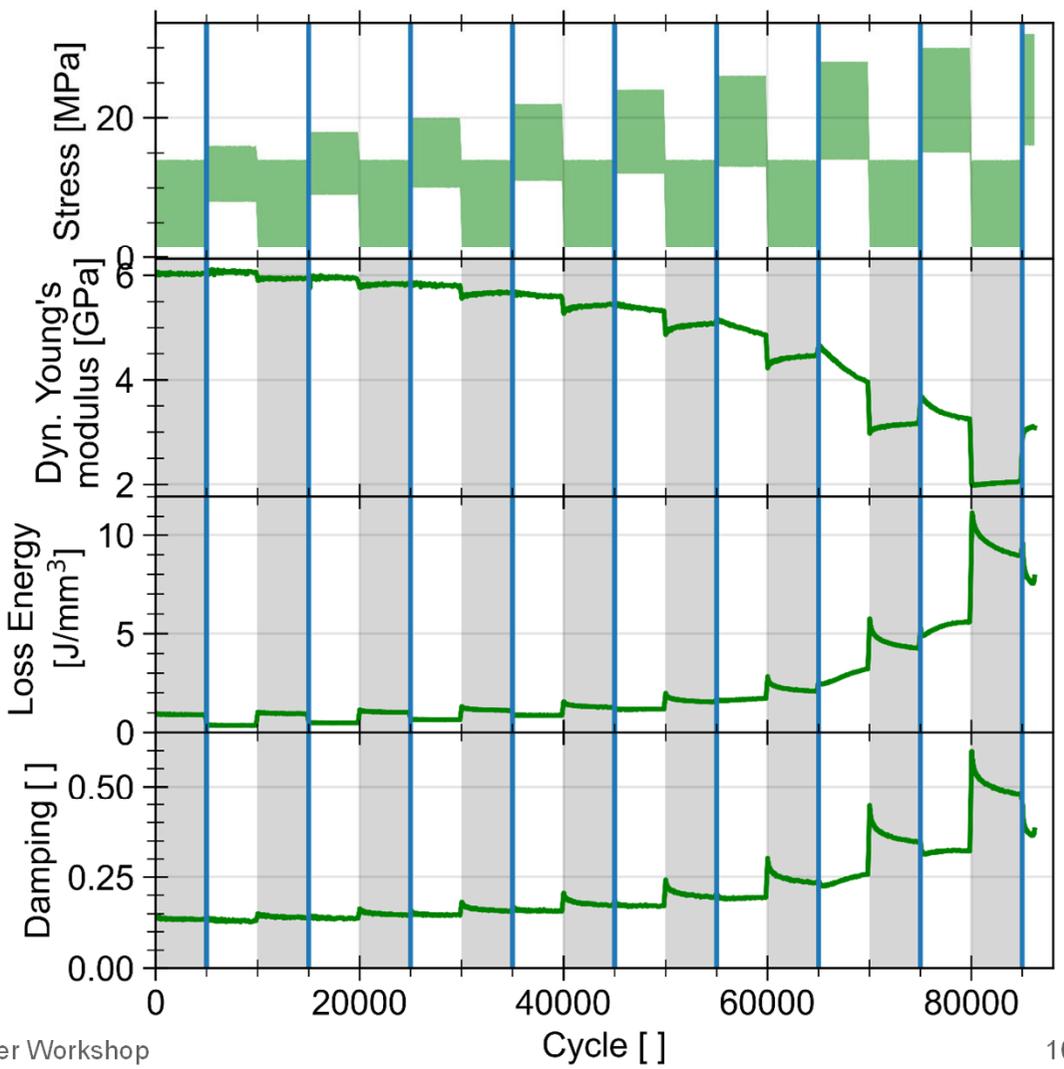
2. Dynamische Mehrstufenversuche
Schädigungskennwerte



Spannungsverhältnis $R = 0,1$



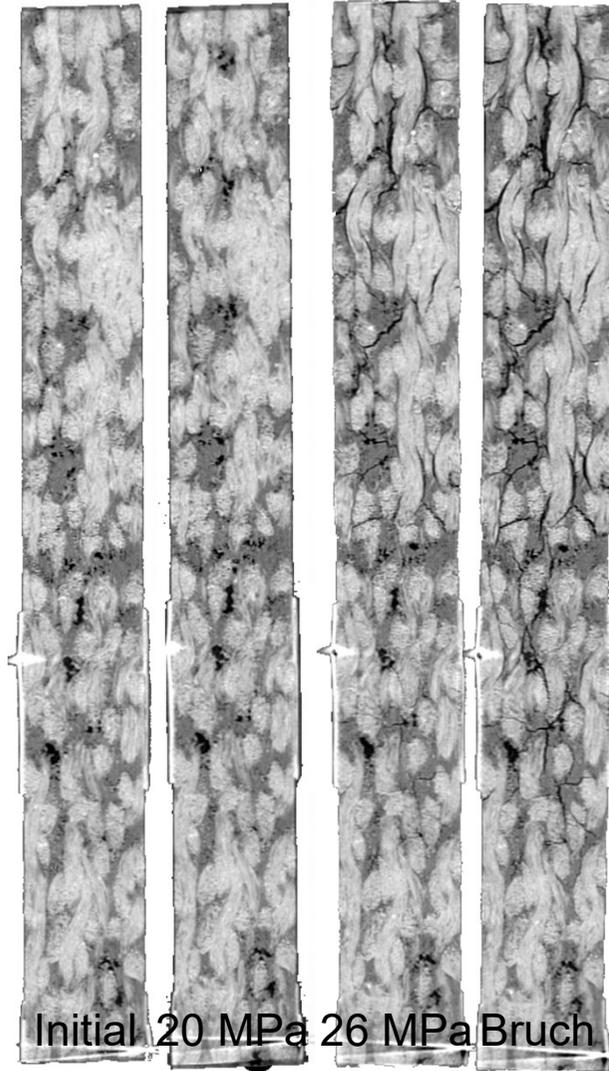
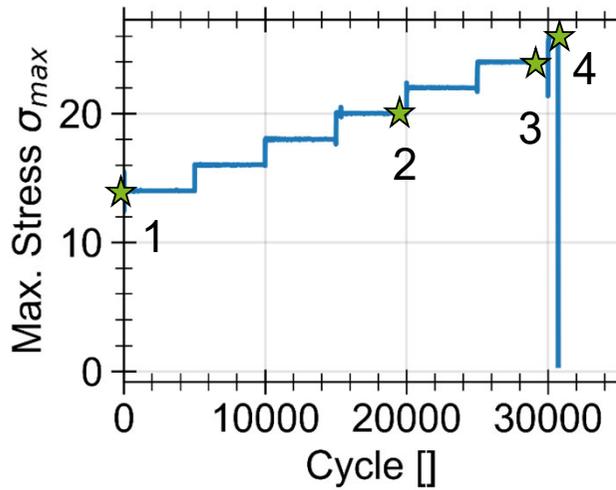
Spannungsverhältnis $R = 0,5$



- 1 Statische Versuche
- 2 Dynamische Mehrstufenversuche
- 3 Schädigungsmechanismen**
- 4 Ergebnisse der Mehrstufenversuche



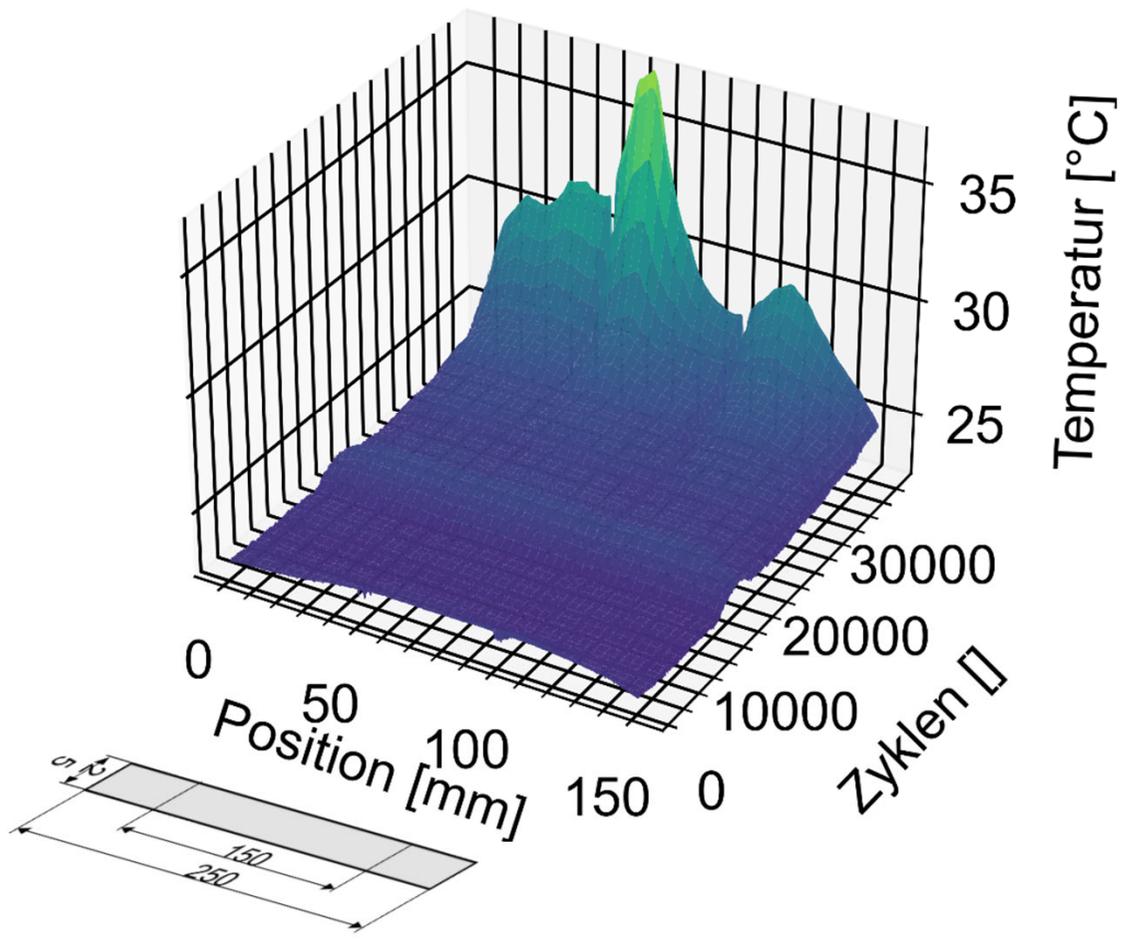
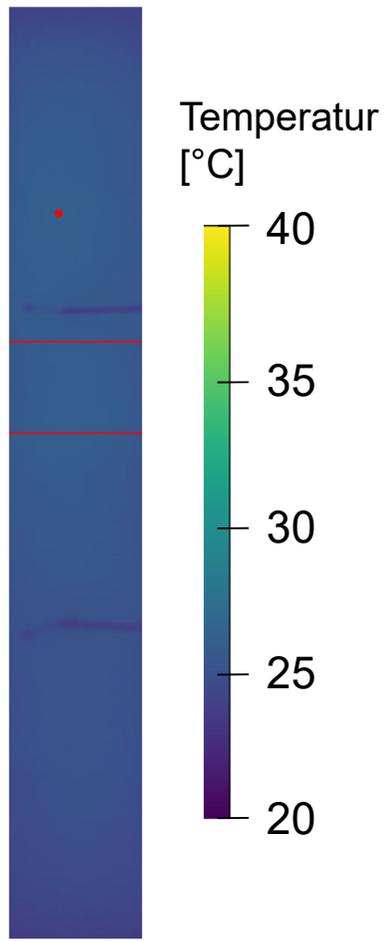
3. Schädigungsmechanismen Wirkende Schädigungsmechanismen



- Schädigungsmechanismen analog zum Zugversuch
- Regional Unterschiede in der Schädigungsentwicklung

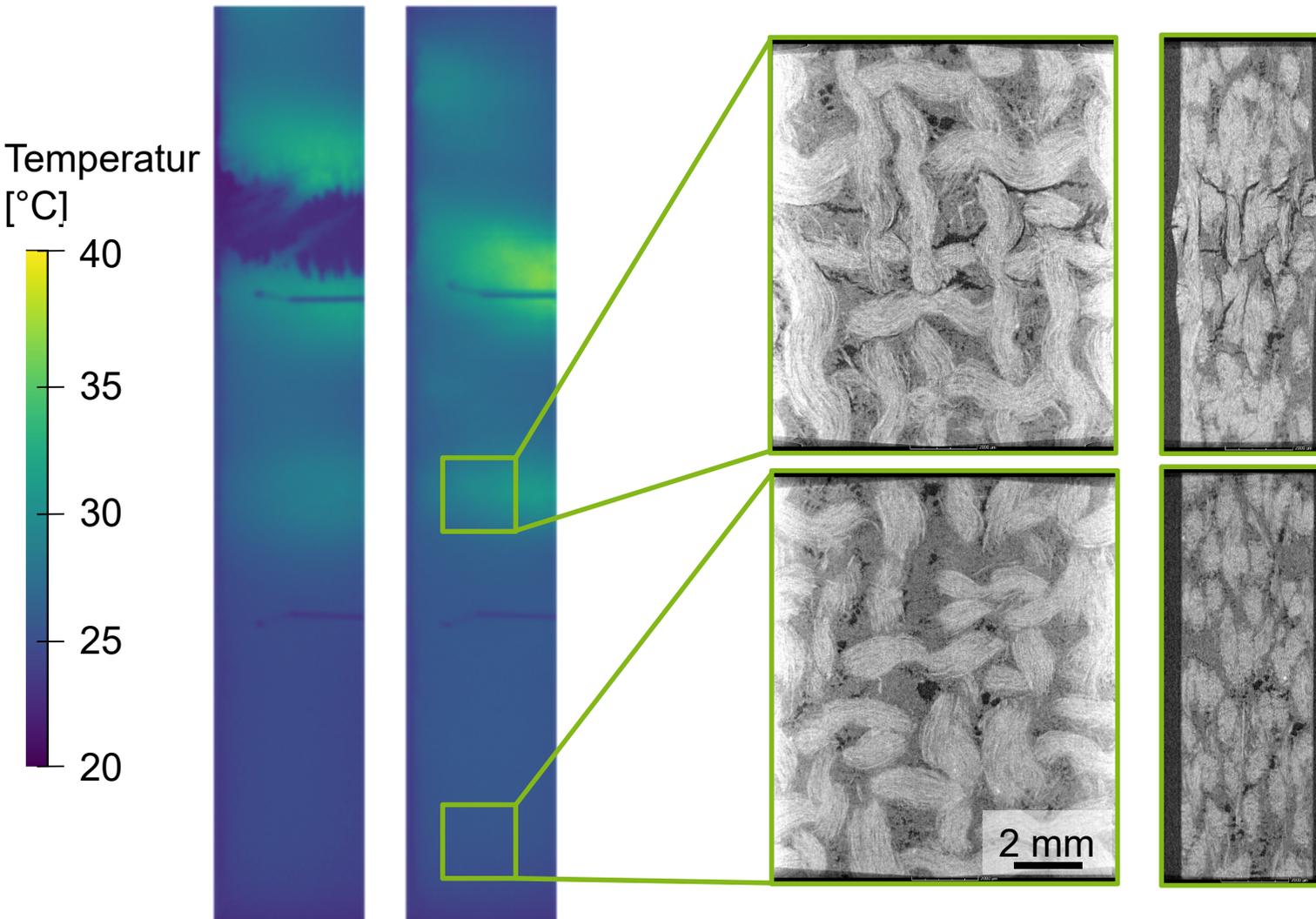
Wie kann die Schädigungsentwicklung lokalisiert werden?

3. Schädigungsmechanismen Lokalisierung der Schädigungsmechanismen



3. Schädigungsmechanismen

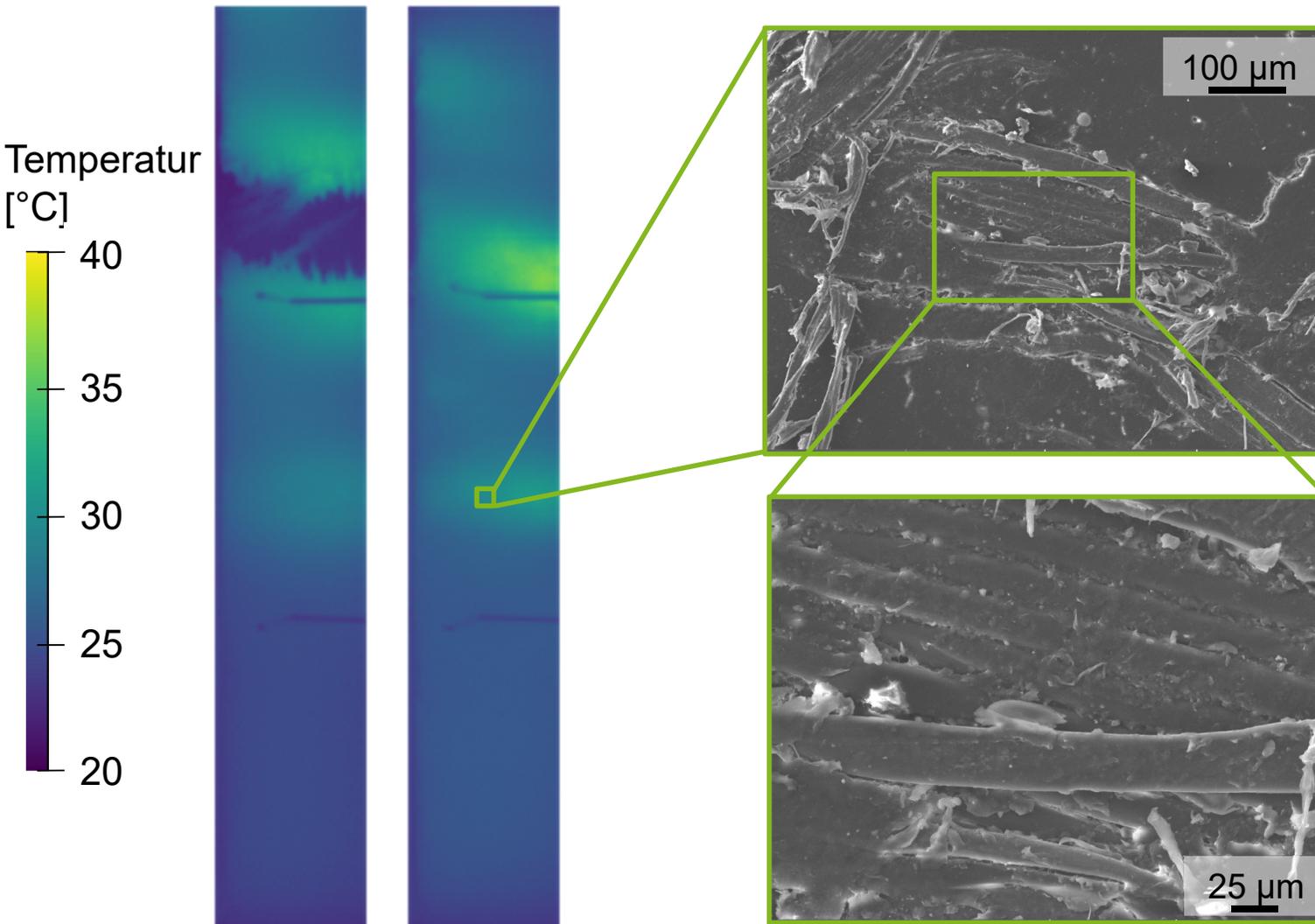
Kritische Schädigungsmechanismen



- Temperaturfeld fungiert als Schädigungsindikator
- Versagen der Faser-Matrix-Anbindung
- Breiter Querschnitt durch Rückbildung der Ondulation

Regionsabhängige Ermüdungseigenschaften und Schädigungsentwicklung

3. Schädigungsmechanismen Kritische Schädigungsmechanismen



- Fasern werden durch die Decklagen gedrückt
- Keine Matrixanhaftungen an Fasern

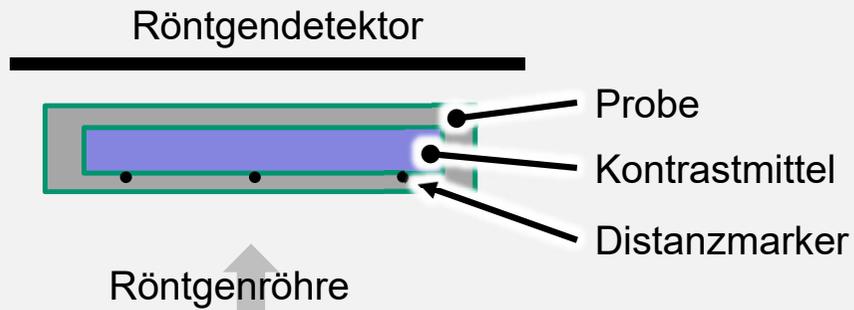
Möglichkeit zur Wasseraufnahme durch freiliegende Fasern

- 1 Statische Versuche
- 2 Dynamische Mehrstufenversuche
- 3 Schädigungsmechanismen
- 4 **Ergebnisse der Mehrstufenversuche**



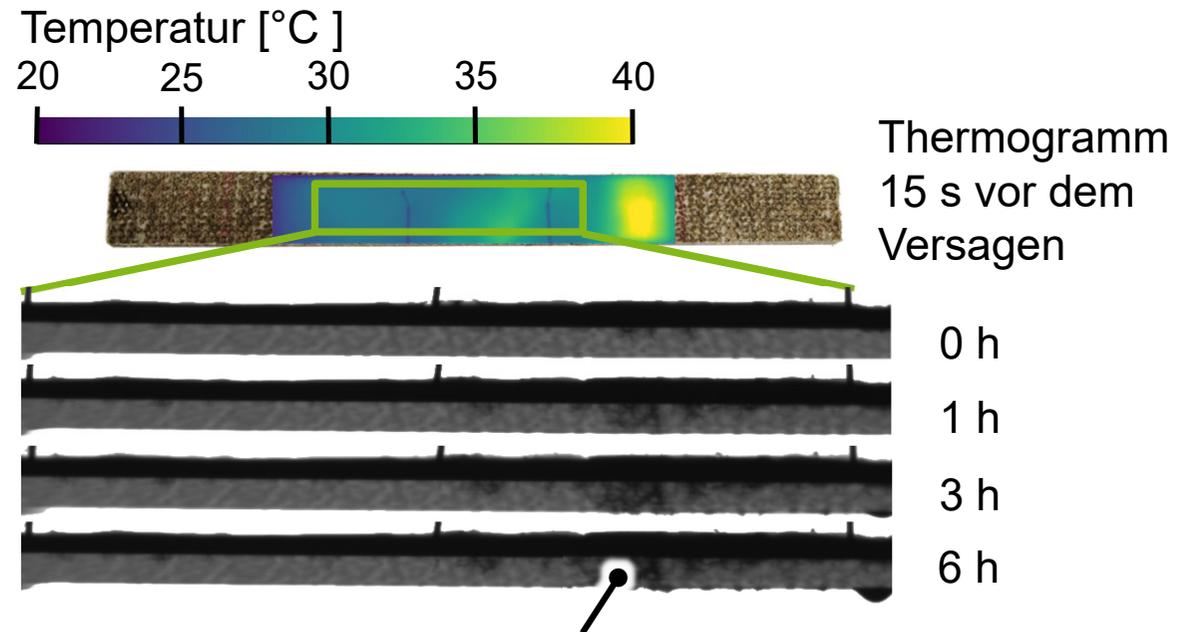
3. Ergebnisse der Mehrstufenversuchen Feuchtigkeitsaufnahme

Versuchsaufbau



Menge	Kontrastmittelbestandteil
18 g	Zinkjodid
3 ml	Kodak Photo-Flo
3 ml	2-Propanol (Isopropanol)
3 ml	Destilliertes Wasser

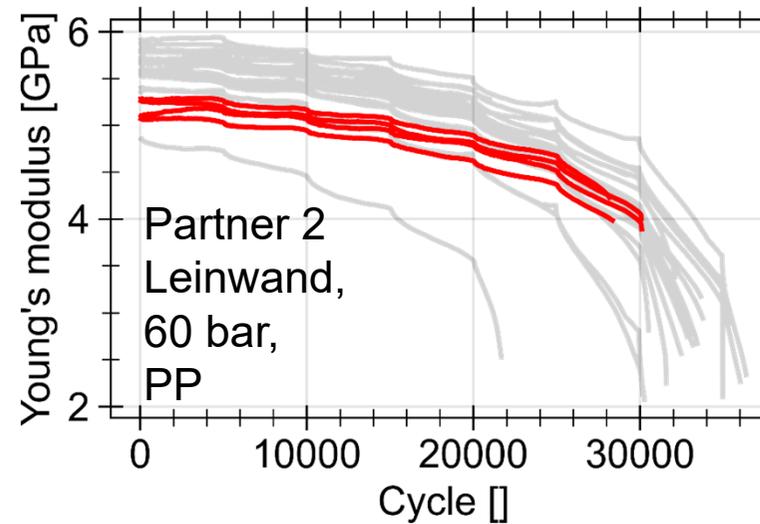
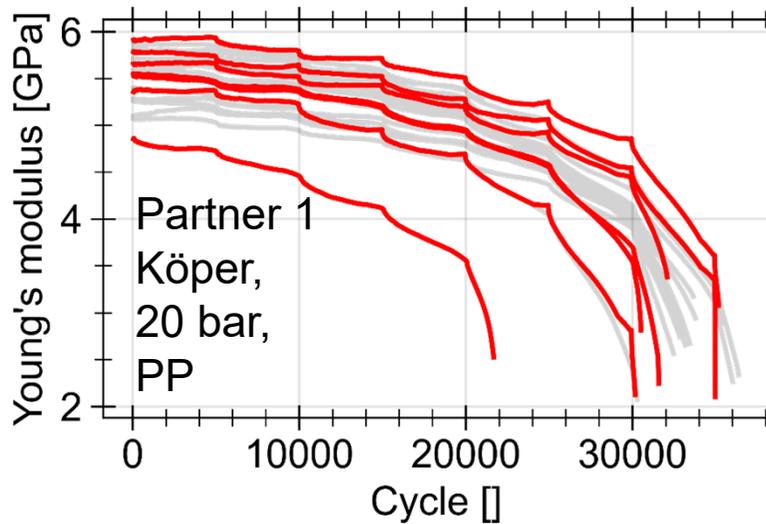
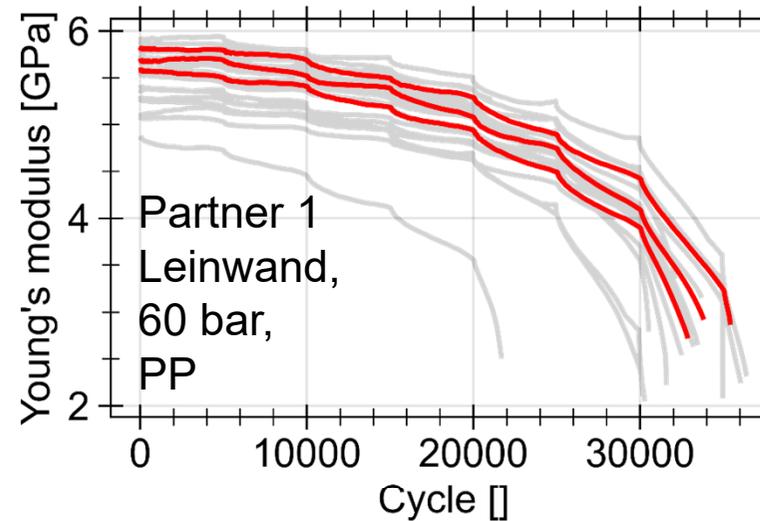
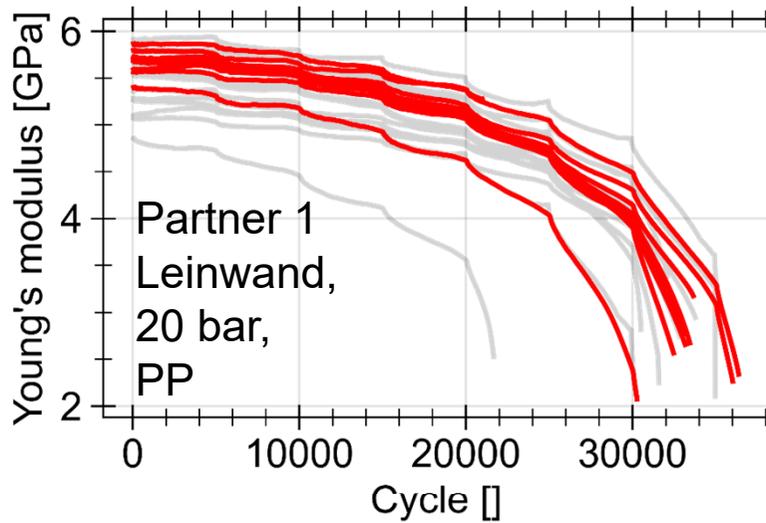
- Röntgenabsorbierendes Wasser-Alkohol-Gemisch zur Bestimmung der Penetrierbarkeit von Flüssigkeiten
- Eindringen in thermisch aktiven Bereich



Kontrastmittelaufnahme in thermisch aktiven Bereich

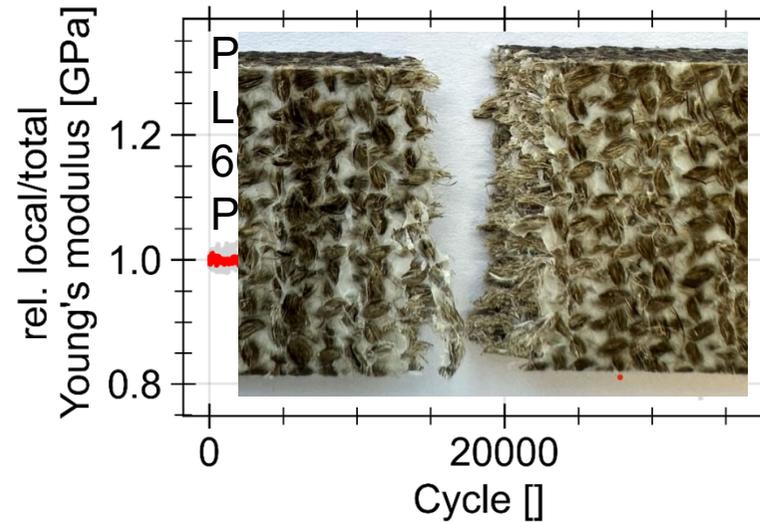
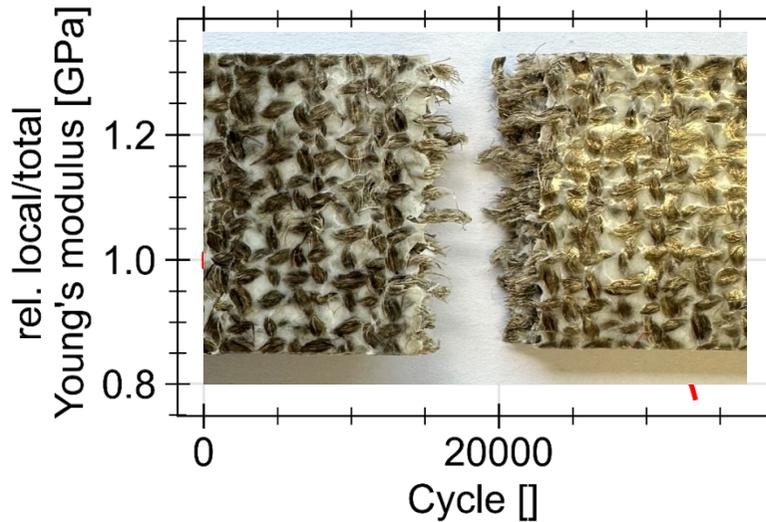
Feuchtigkeitsaufnahme im geschädigten Bereich wird erhöht

3. Ergebnisse der Mehrstufenversuchen Steifigkeitsreduktion



- Hohe Streuung innerhalb der Gruppen
- Partner 2-Charge auffällig mit sig. geringer Streuung und früher, spröder Bruch
- Körperbindung mit sig. höherer Streuung

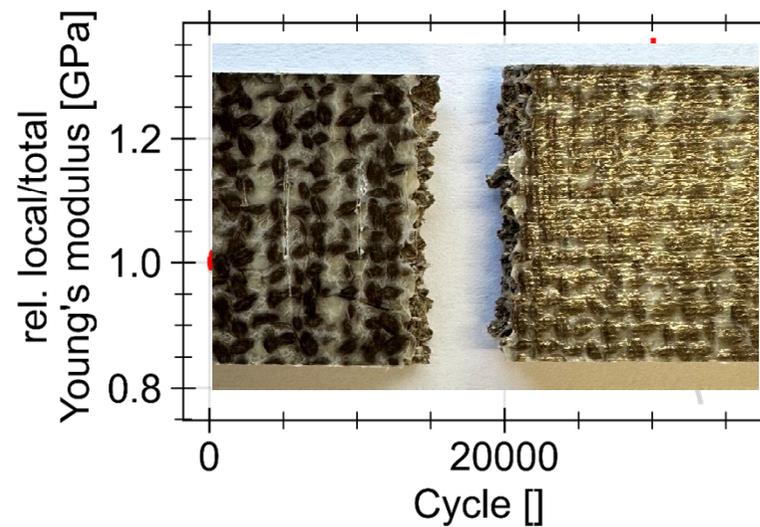
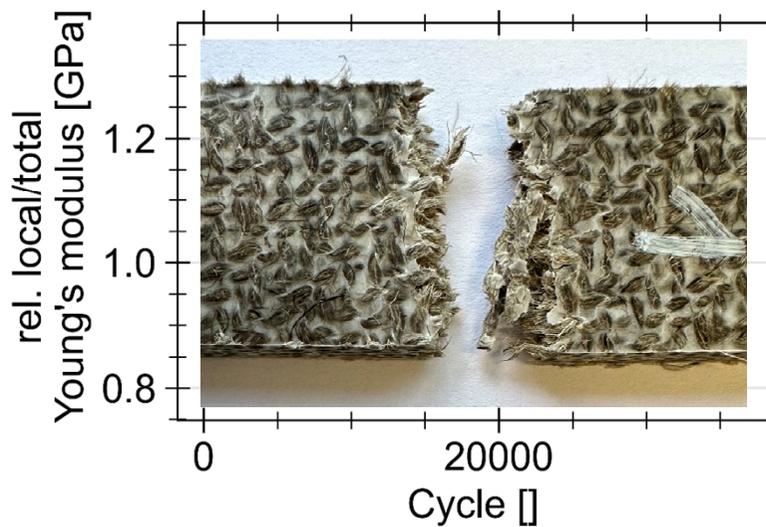
3. Ergebnisse der Mehrstufenversuchen Lokale Schädigungscharakteristik



E-Modul basierend auf
Extensometer

$$E_{\text{local}} / E_{\text{total}}$$

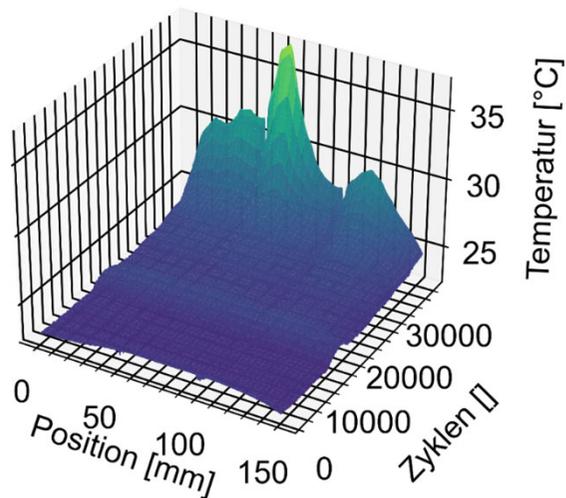
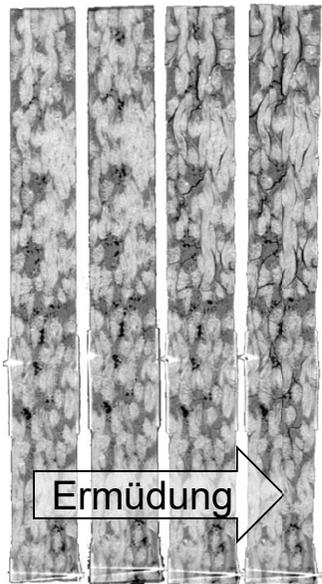
E-Modul basierend auf
Wegdaten der Maschine



- Zeigt einen lokalisierten Defekt an
- Lokale Unterschiede über eine hohe Zyklenzahl gering
- Bei Partner 2 hohe Homogenität bis Bruch

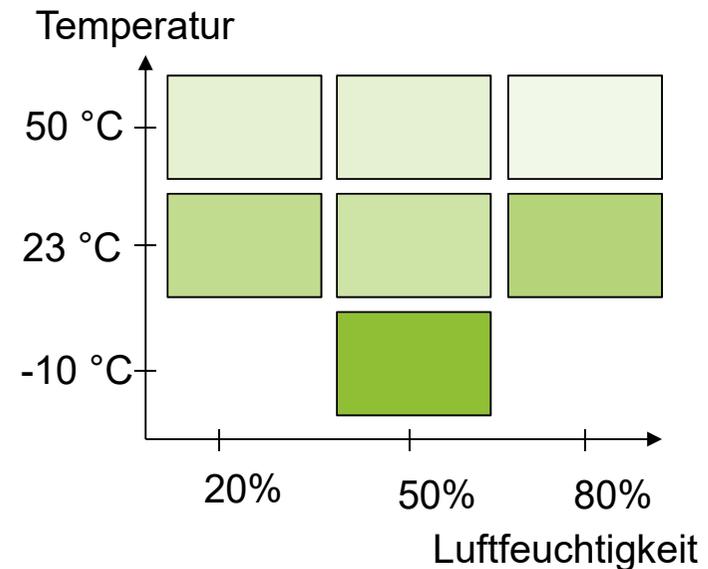
Zusammenfassung

- Hohe Varianz in den Proben
- Lokalisation der Schädigungsschwerpunkte durch Temperaturfeld möglich
- Punkte der Wasseraufnahme durch Rückgang der Ondulation



Ausblick

- Versuche mit Temperatur- und Feuchtigkeitsüberlagerung als Prüfatmosphären
- Analysieren des Bruchverhaltens von Fasermaterial mit Kavitätenpolymerisation
- Statistische Beschreibung des Faserverhaltens





Danksagung



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft



durobast.de

Förderkennzeichen: 2220NR090E

Dauerhafte und ressourcenschonende Composit-Strukturbauteile auf Basis neuartig vorbehandelter und verarbeiteter Bastfasern

www.wpt-info.de

QUESTIONS...?

M.Sc. Ramon Helwing

Phone: +49 231 755 90158

E-Mail: ramon.helwing@tu-dortmund.de



TU Dortmund University
Faculty of Mechanical Engineering
Chair of Materials Test Engineering (WPT)
Prof. Dr.-Ing. Frank Walther
Baroper Str. 303
D-44227 Dortmund
Germany

Phone: +49 231 755 8028

Fax: +49 231 755 8029

Email: frank.walther@tu-dortmund.de

Web: www.wpt-info.de