Einfluss des Längeneffekts auf die mechanischen Eigenschaften von trockenen E-Glasfasern

Kontaktdaten:

Dipl.-Ing. Alexander Maier
Montanuniversität Leoben
Department Kunststofftechnik
Lehrstuhl für Verarbeitung von Verbundwerkstoffen
Otto Glöckel Str. 2
8700 Leoben

Tel.: **+43 (0)3842 402 2704**
Fax.: **+43(0)3842 402 2702**
Email: **alexander.maier@unileoben.ac.at**

Montanuniversität Leoben

- 175 Jahre Montanuniversität
- Erstinskriptions Maximum
- Format Ranking „Technik“ Platz 1 in Österreich mit Benotung 1,97
- Am Puls der Technik/Wirtschaft durch hohen Anteil an Drittmittel

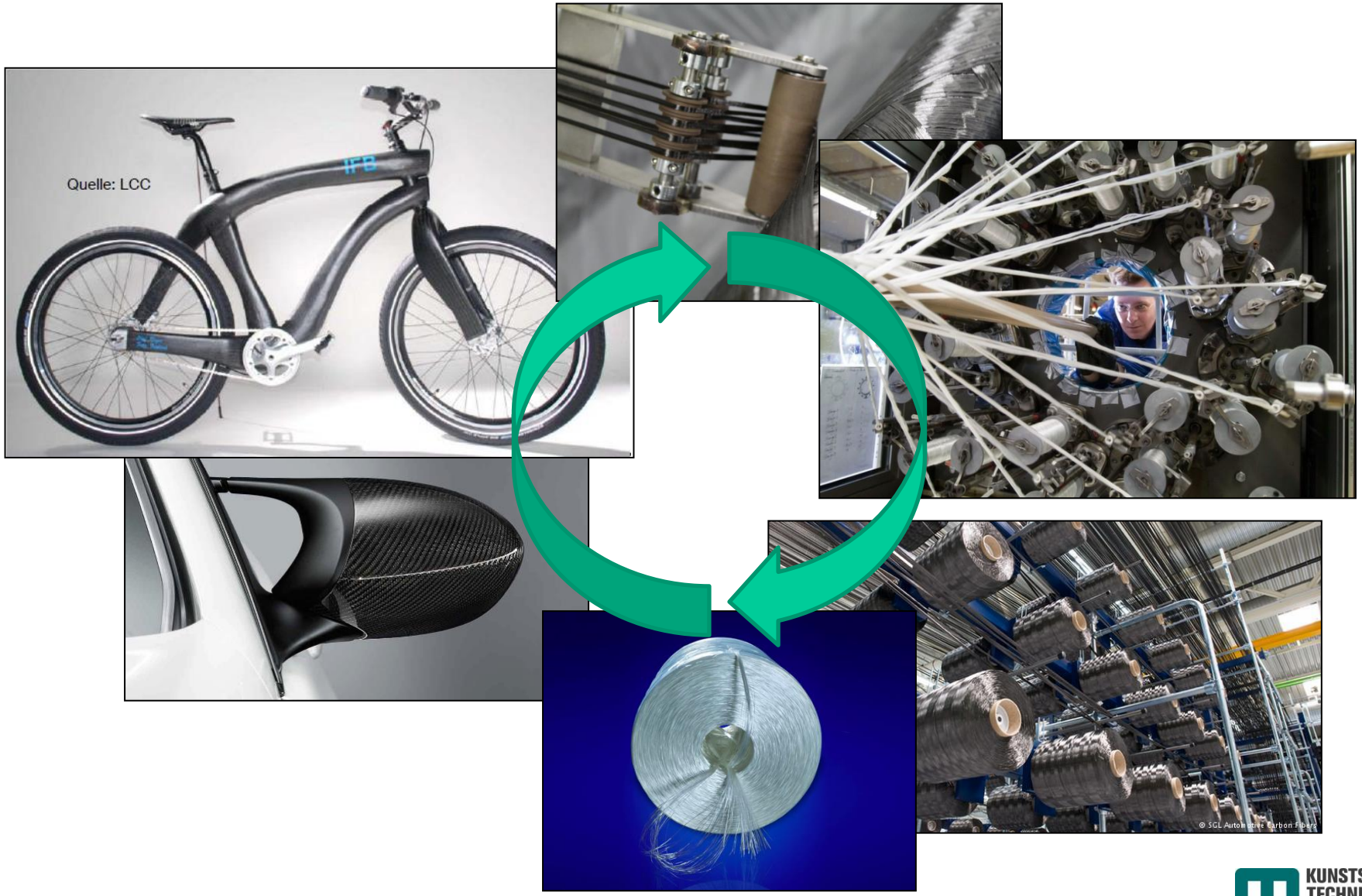
Department Kunststofftechnik
Verarbeitung von Verbundwerkstoffen

- Leitbild "Vom Rohstoff bis zum fertigen Produkt„
- 6 Lehrstühle:
  Chemie der Kunststoffe, Physik und Werkstoffprüfung, Konstruieren in Kunststoffen, Kunststoffverarbeitung, Spritzgießen und Verbundverarbeitung
- Bieten vom praktischen Einsatz von Kunststoff-Bauteilen bis hin zum Recycling
- Zurückblicken auf 40 Jahre Erfahrung und Innovation
- Vom kleinen Dienstleistungsprojekt bis zum internationalen EU-Projekt

Department Kunststofftechnik
Verarbeitung von Verbundwerkstoffen

- Lehrstuhl „Verarbeitung von Verbundwerkstoffen“
  - 1. Oktober 2010 gegründet
  - Betreibt Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Verarbeitung von kontinuierlich faserverstärkten polymeren Verbundwerkstoffen
- Mitarbeiter:
  - 12 Wissenschaftliches Personal
  - 2 Techniker
  - 8 Studenten
- Unsere Mission:
  Die Entwicklung von Verarbeitungstechnologien zur Herstellung von polymerbasierten Faserverbundwerkstoffen
- Hauptaugenmerk auf die Entwicklung, die Automation und die Simulation der jeweiligen Prozesse

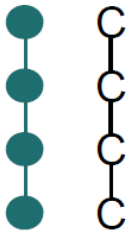
Motivation

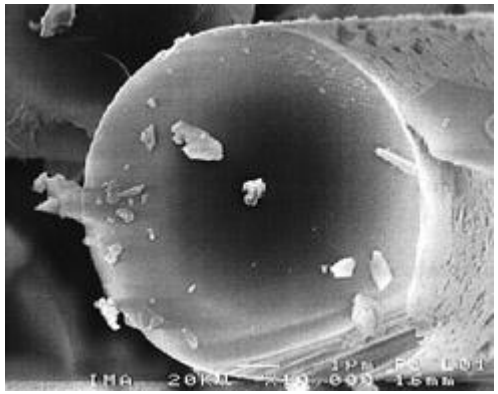


Quelle: SGL Automotive Carbon Quelle: www.vogel.de

Grundlagen

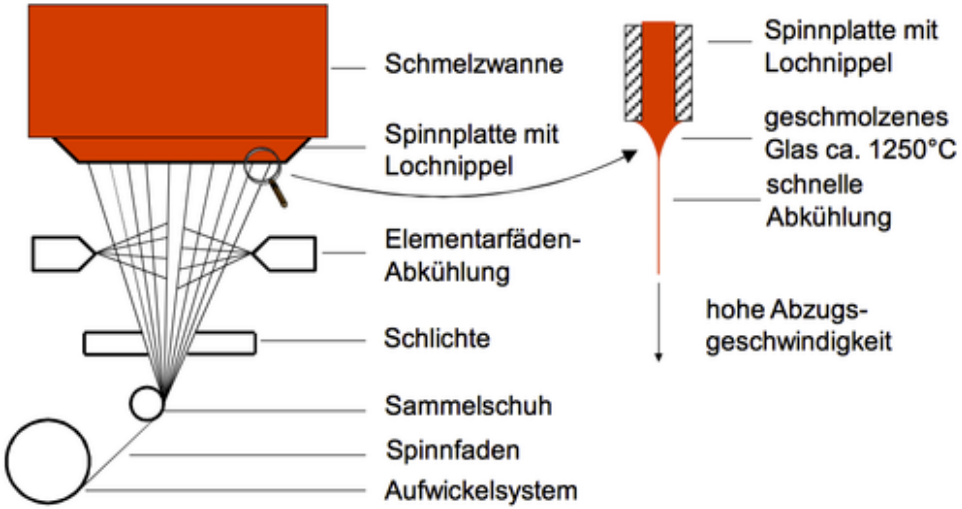
Entscheidend für die Festigkeit ist der Wahrscheinlichkeit eines versagensentscheidenden Fehlers





Theoretische Festigkeit >> Faserfestigkeit >> Festigkeit eines massigen Körpers

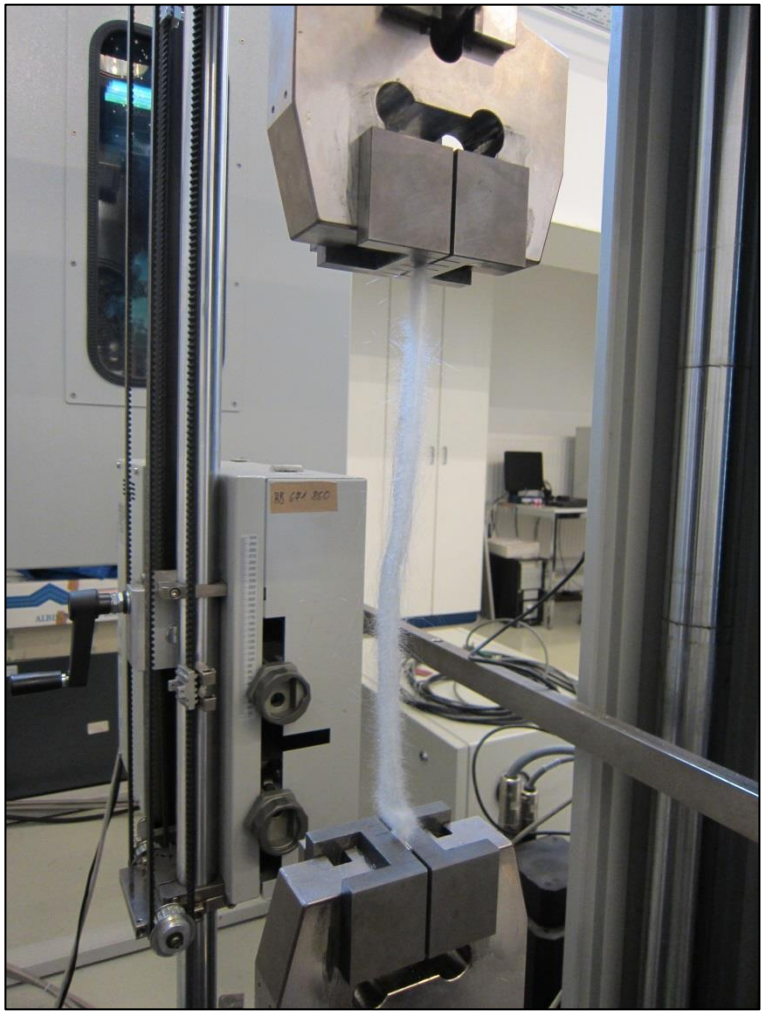
Entstehen schon bei der Herstellung der Fasern



Probenvorbereitung

- E-Glasfaser
- Probenlänge variabel
  l = 150mm – 1200mm
- Aluminiumaufleimer
  zur Krafteinleitung
- 2-K Epoxikleber
  (10min; 100°C;
  2500N/cm²)
- Pressphase
  1. 1bar; 100°C; 800s
  2. 0bar; 60°C; 100s

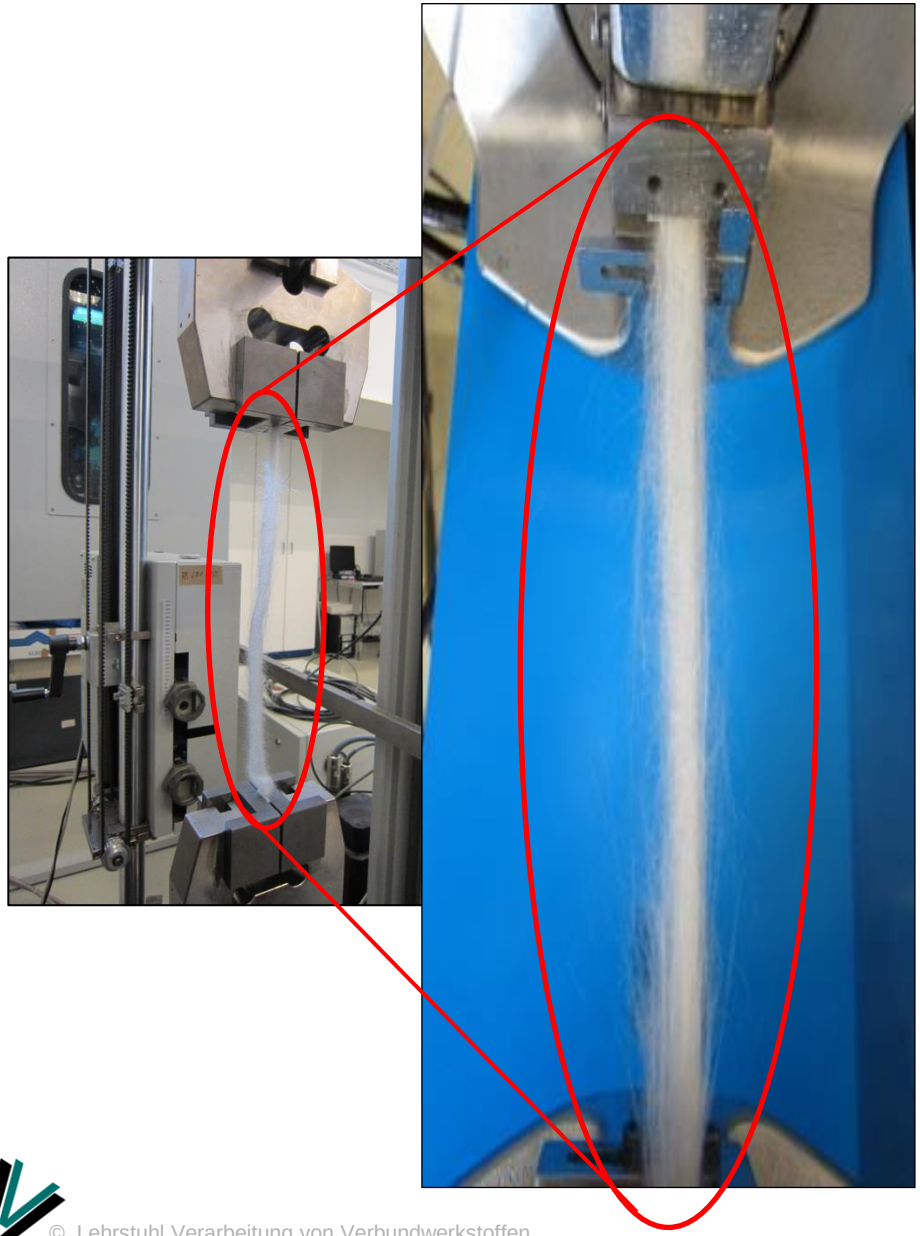
Dehnratenabhängigkeit



<u>Zugversuchsaufbau:</u>

- Zugprüfmaschine der Firma Zwick
- Mechanische Spannbacken
- Freie Einspannlänge variabel (zu sehen l_0=300mm)
- Prüfung dehnratengesteuert
- Versuch-Stopp bei 10% Restfestigkeit

Dehnratenabhängigkeit



<u>Unterschied zu herkömmlicher Dehnratenbestimmung:</u>

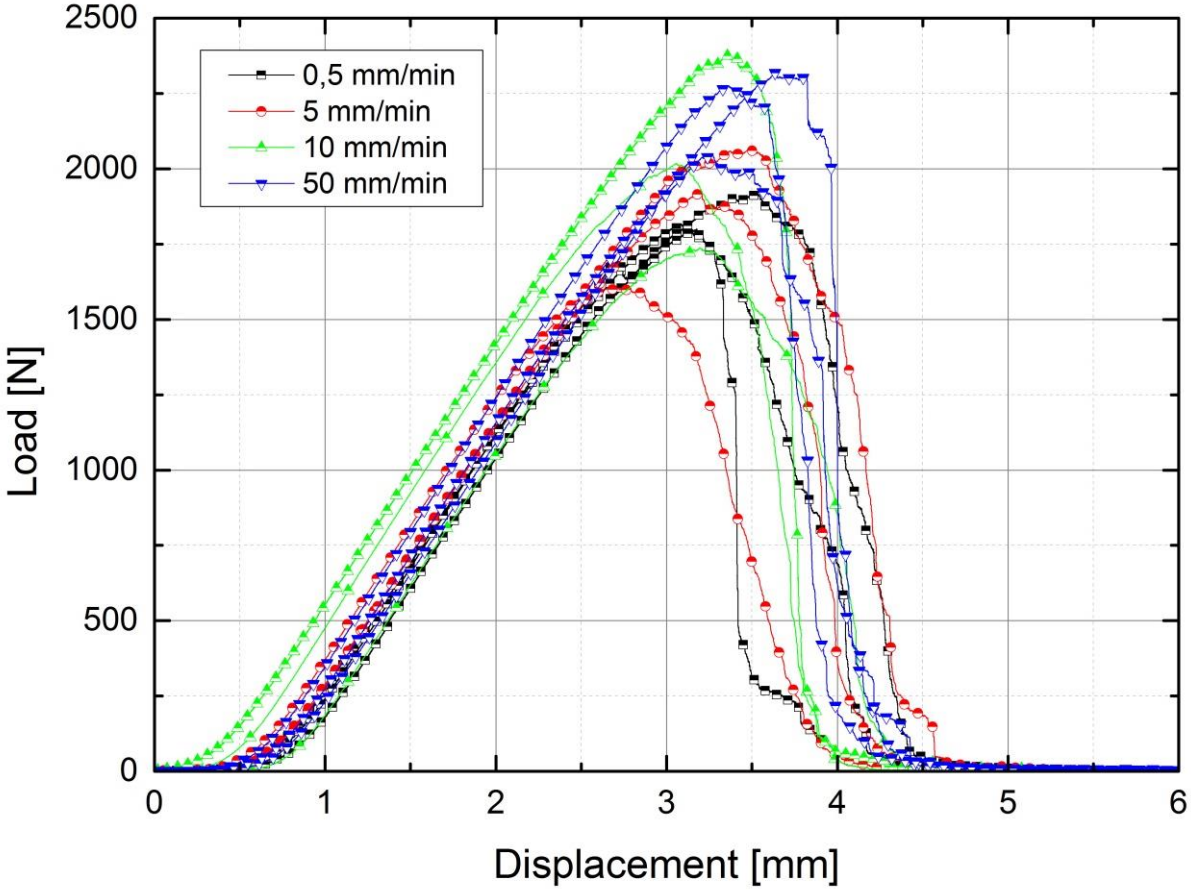
- Reine trockene Fasern (kein Verbund geprüft)

<u>Schwierigkeiten:</u>

- Senkrechte Einspannung des Probenkörpers
- Je nach Dehnrate unterschiedliches Prüfverhalten

➔ *Einfluss Faserwechselwirkung*

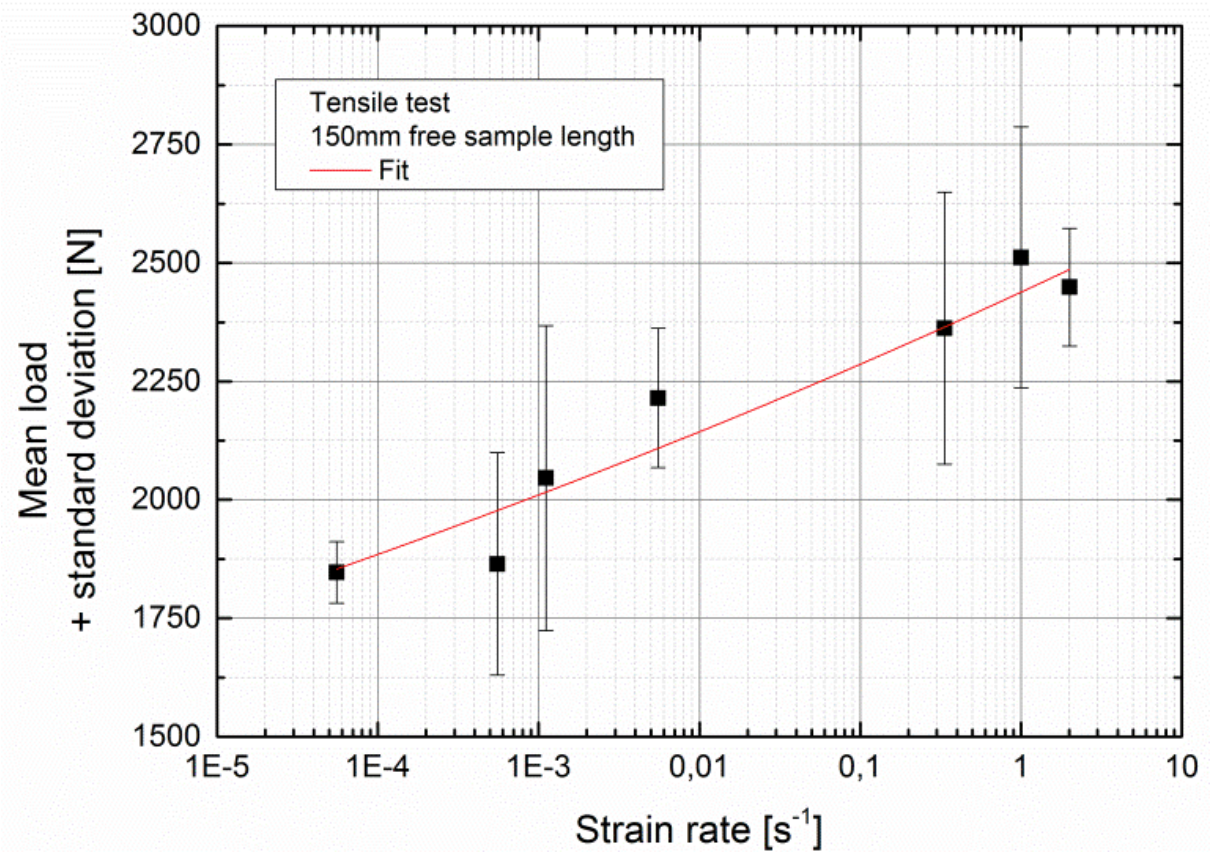
Dehnratenabhängigkeit



<u>Probenkörper</u>

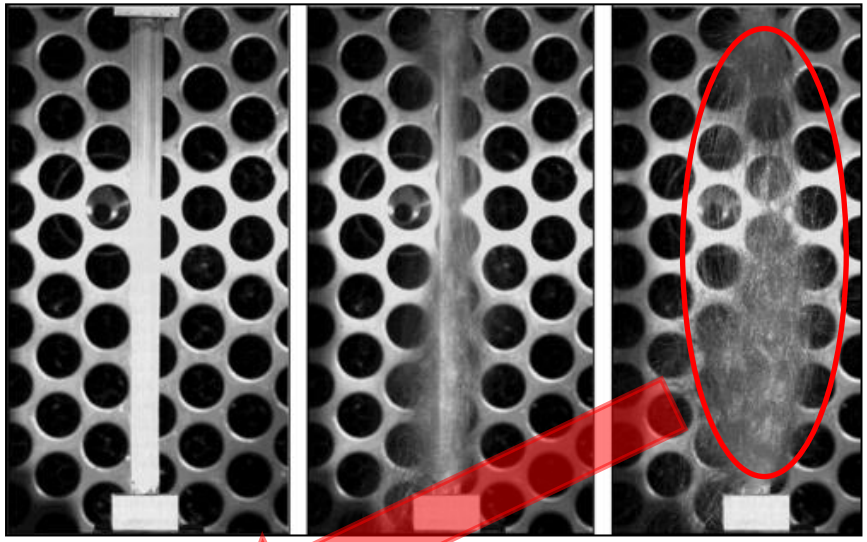
- Freie Einspannlänge 150mm
- Dehnraten 0,5 – 50 mm/min
- Highspeed Test 50 – 300 mm/s ➔ zu hohe Schwankungen
- 10 Messungen je Dehnrate
- Standardabweichung unter 20%

Dehnratenabhängigkeit

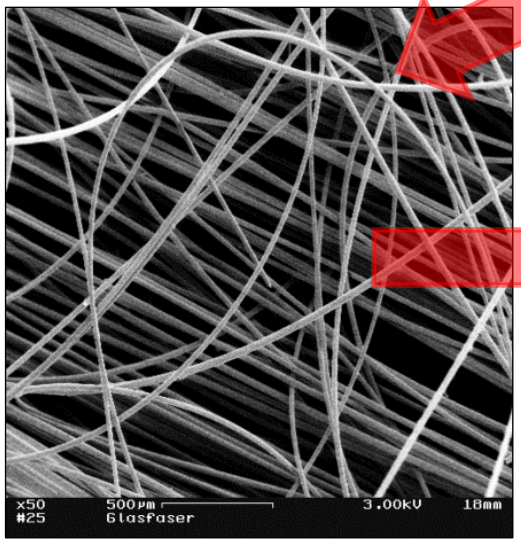


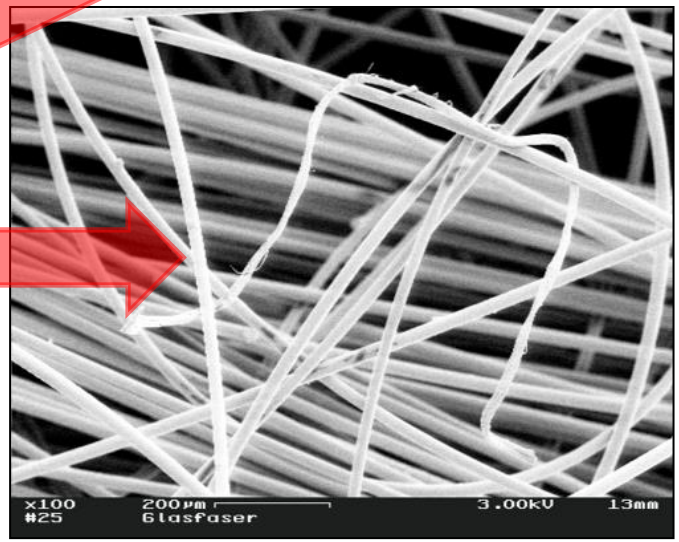
- Versagenskraft nimmt mit steigenden Dehnraten zu
- Ähnliches Verhalten wie in Literatur beschrieben
- Standardabweichungen teilweise hoch (zwischen 10% und 15%)
- Änderung der Versagensart
- Verhalten und Handling der trockene Faser
- Dehnratenverhalten unabhängig von Prüflänge

Faserwechselwirkung



- Längeneffekt nicht nur von Fehlerwahrscheinlichkeit abhängig
  ➔ Einfluss von Faserwechselwirkung stark zu erkennen





<u>Mögliche Faserwechselwirkungen</u>

- Verschlaufungen
- Reibung der Fasern untereinander
- Faserkompaktierung aufgrund Zugspannung

Zusammenfassung

- Versagenskraft nimmt auch bei trockenen Fasern mit steigenden Dehnraten zu
  - Dehnratenverhalten unabhängig von Prüflänge und Material
- Abnahme der Versagenskraft bei steigender Probenlänge
  - Abnahme um bis zu 25% möglich
  - Mögliches Versagensplateau
- Längeneffekt nicht nur von Fehlerwahrscheinlichkeit abhängig
  - Faserwechselwirkungen
  - Verschlaufung, Reibung, Faserkompaktierung