

# Rahmenbedingungen für die Verarbeitung von Carbonfasern durch Krepeltechnik

Martin Dauner<sup>1</sup>, Stephan Baz<sup>1</sup>, Manuel Geier<sup>2</sup>, Götz T. Gresser<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Textil- und Verfahrenstechnik, Körschtalstraße 26, 73770 Denkendorf

<sup>2</sup> Oskar Dilo Maschinenfabrik KG, Im Hohenend 11, 69412 Eberbach

Institutsleiter: Prof. Dr.-Ing. Götz T. Gresser

# Europas größte Textilforschungseinrichtung

## Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf (DITF)



Institut für Textilchemie und Chemiefasern



Institut für Textil- und Verfahrenstechnik



Zentrum für Management Research



ITV Denkendorf Produktservice GmbH



- Zielsetzung
- Carbonfasern vs. Polymerfasern
- Schutz der Elektrik und Elektronik, Beherrschung des Faserstaubs
- Fasermischungen
- Faserlängenmessung
- Arbeitssicherheit
- Faserverbundmaterial
- Ausblick
- Danksagung

- Raum- und anlagentechnische Planung
- Analyse und Modifikation aller Stufen  
Faseröffnung, Faserspeisung,  
Kämmaggregat,  
Kreuzleger,  
Nadelmaschine  
Absaugung  
Steuerung
- Optimierte Anlage auch für Verarbeitung anderer Hochleistungsfasern.

## Polymerfasern

- Faserdurchmesser  $> (>>) 10 \mu\text{m}$
- gekräuselt
- geringe Zugsteifigkeit
- wenig querkräftempfindlich
- elektrisch isolierend

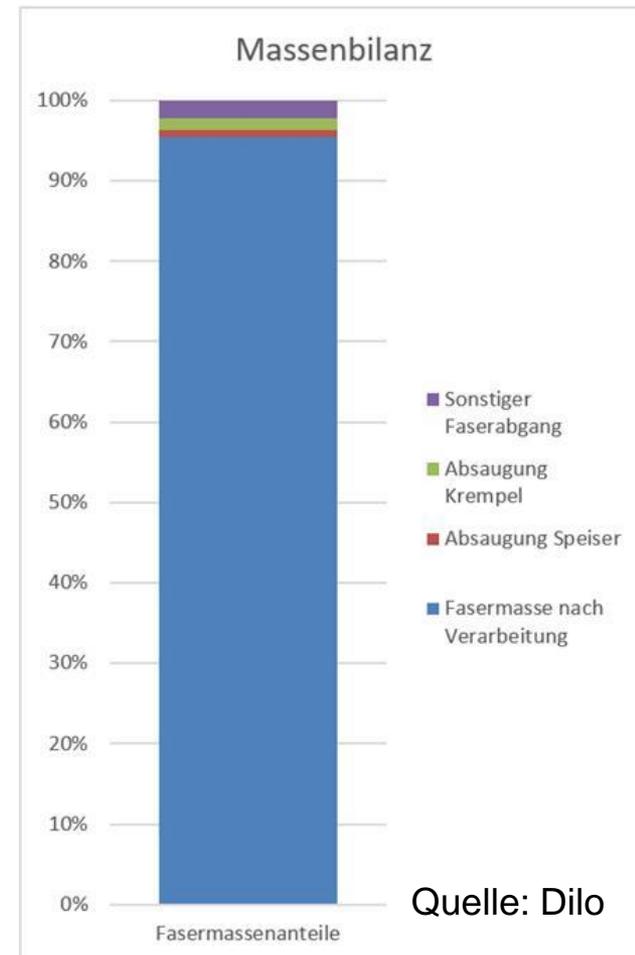
## Carbonfasern

- Faserdurchmesser  $6 \mu\text{m}$   
→ leichter
- glatt
- hohe Zugsteifigkeit
- querkräftempfindlich
- elektrisch leitfähig

- Abgeschlossener Raum (→ Schleuse)  
Schaltschränke außerhalb; nur über Schleuse erreichbar.
- Elektronische Abschirmung (Sensoren und Steuerungselemente)  
Sensoren und Steckverbindungen nach IP 64
- Elektrische Anschlüsse im Raum und Beleuchtung nach IP 64
- Staubsauger nach IP 64
- Faserstaub kontrolliert absaugen und bevorzugt weiterverwenden  
→ Absaugvolumen an 500 mm Demonstratoranlage ca. 7.000 m<sup>3</sup>/h  
→ Abluft ???
- Installation geeigneter Filter; Zyklonabscheider

## Faserstaub kontrolliert absaugen und bevorzugt weiterverwenden

Versuch-Nr.	4668-20		
verarbeitete Fasermenge:	3000 g		
Fasermasse nach Verarbeitung	2865 g		
Faserverluste			
Absaugung Speiser	23 g	0,77%	
Absaugung Krepel	45 g	1,50%	
Sonstiger Faserabgang	67 g	2,23%	
Summe	135 g	4,50%	



- **Zielanwendung: Faserverbundwerkstoffe**

bevorzugt mit Thermoplastmatrix, z.B. aus Polyamid,

- Mikrofasern nur eingeschränkt als Stapelfasern verfügbar und schwer verarbeitbar
- intime Durchmischung von Thermoplastfasern und Carbonfasern
- Durchmischung bei Faserblends durch mehrstufigen Öffnungs- und Mischprozess → Risiko der Faserschädigung
- Polymerfaser kann als Träger für Carbonfasern dienen

# Fasermischungen

## Rezyklierte Carbonfasern unterschiedlicher Provenienz:

- SGL Carbon, Meitingen, D: Schnittabfälle, Nennlänge 40 mm und 75 mm
- CarbonNXT, Stade, D: Pyrolyse-Carbonfasern
- ELG Carbon Fibre Ltd., GB: Pyrolyse-Carbonfasern

## Matrixfasern: Polyamidfasern P 300 (EMS Chemie AG, CH)

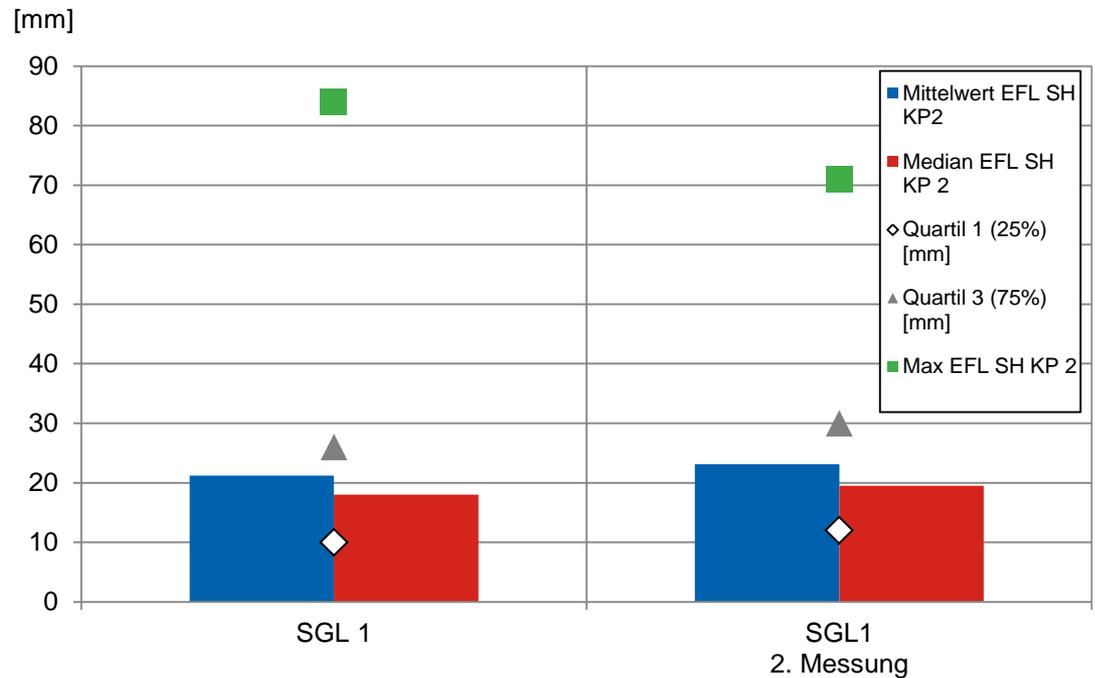
- 1.3 dtex / Länge 40 mm
- 3.3 dtex / Länge 60 mm

## Fasermischung

- 40 : 60 Vol.-% Carbonfaser zu Polyamid  
→ Massenverhältnis 1:1.  
(Dichte Carbon: 1,8 g/cm<sup>3</sup>; Polyamid 6: 1,2 g/m<sup>3</sup>)

- **Faserlängenmessenrichtungen für Carbonfasern ungeeignet:**  
fehlende elektrischen Schutzklasse (IP 64)  
Fasernvereinzelnung (Kardierelemente) vs. Einkürzung der Carbonfasern
- **Carbonfasern von Hand aus dem Verband lösen und vermessen.**
  - händisches Messverfahren
  - sehr aufwändig
  - erfordert eine hohe Geschicklichkeit
  - subjektiv
- **Einzelfaserlängenmessung in Anl. an das Zwei-Pinzetten-Verfahren.**  
(DIN 53803 „Probennahme“ ; DIN 53808-1 „Längenbestimmung an Spinnfasern“; Längenmessung DIN 53804-1 und DIN 53805:1980-10)
- **Anzahl der Messungen**  $n = 150$ , abweichend von Norm jede Faser vermessen

- Einzel-Faserlängenmessung des Ausgangsmaterials (SGL 1)



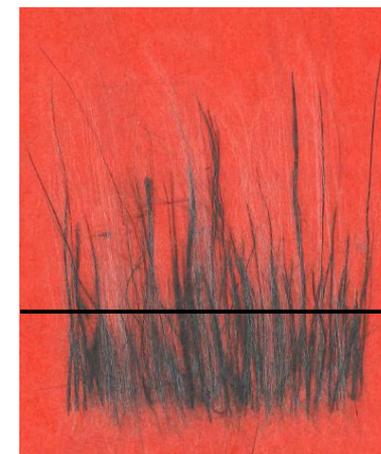
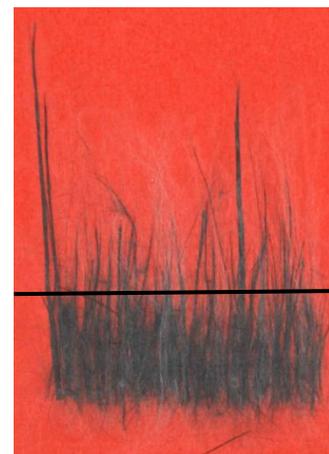
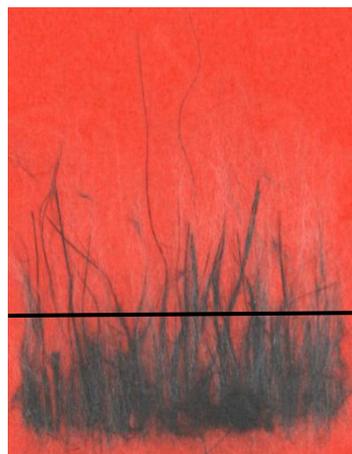
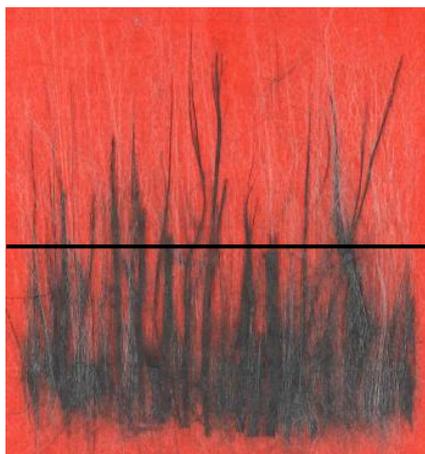
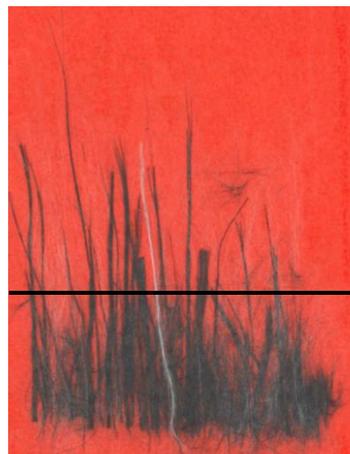
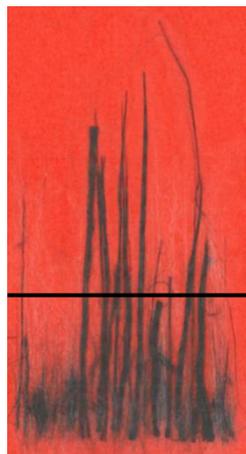
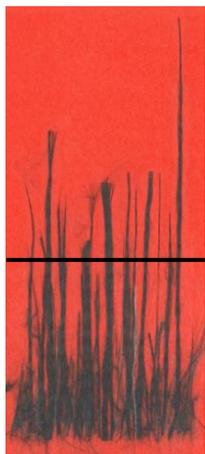
# Faserlänge je Krempelposition ITV

Vor Einzug – 45 mm Nach Einzug – 31 mm

Arbeiter 1 – 30 mm

Wender 1 – 31 mm

Arbeiter 2 – 29 mm



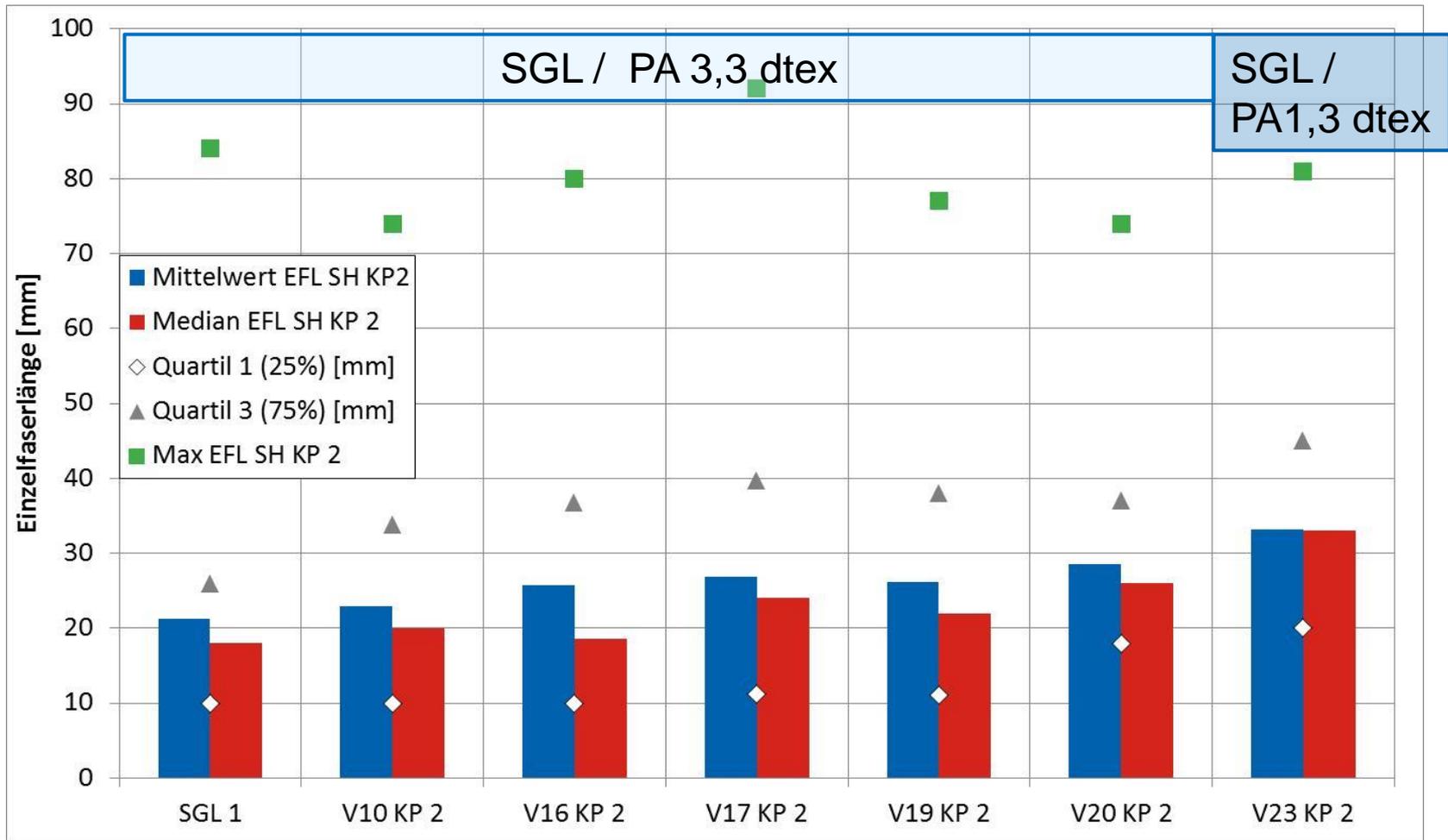
Wender 2 – 28 mm

Arbeiter 3 – 25 mm

Wender 3 – 25 mm

Abnehmer – 23 mm

# Einzelfaserlängen SGL/PA 3,3 + 1,3dtex



## Kanzerogenität von Carbonfasern? Lungengängigkeit?

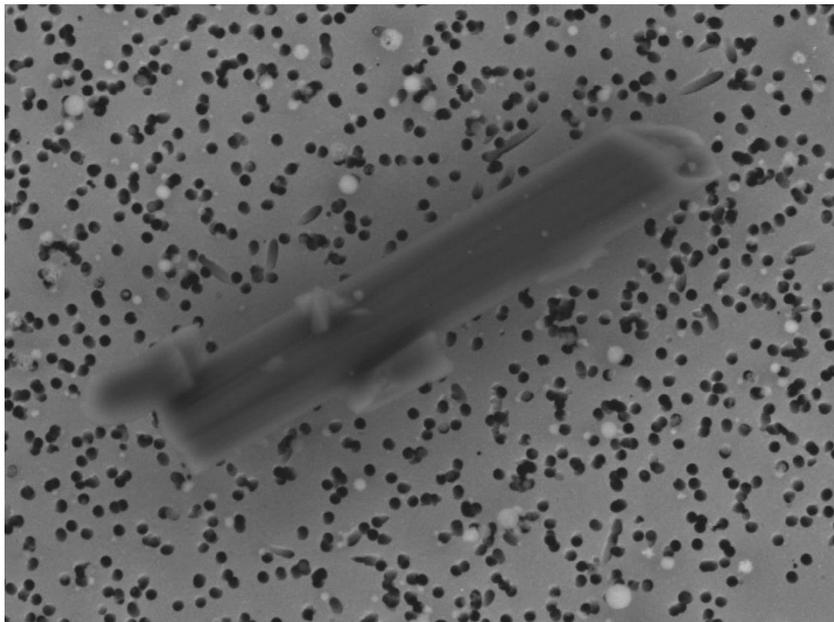
„WHO-Fasern“ Faserdurchmesser  $< 3 \mu\text{m}$  und  $L/D > 3$  (TRGS 521, S. 3)

Grenzwerte für die maximale Luftbelastung

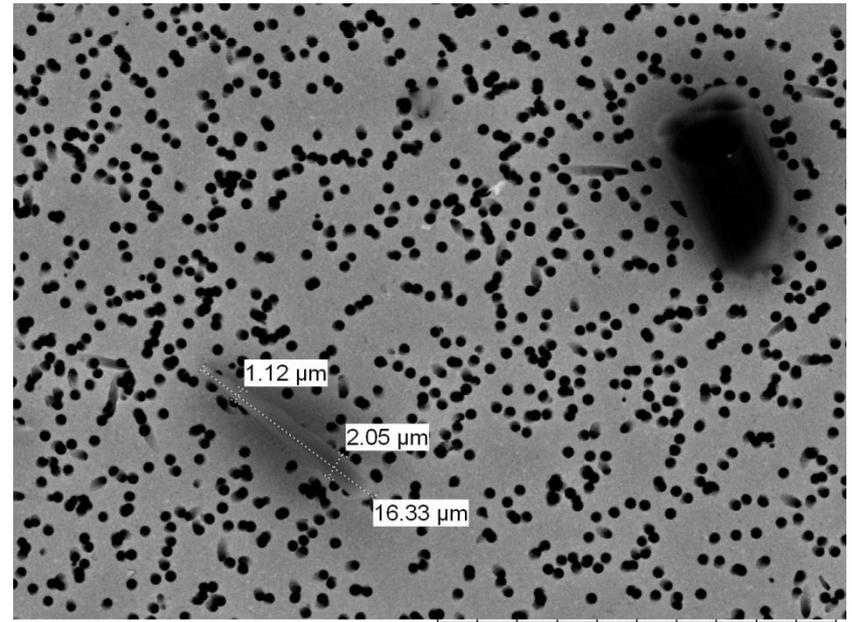
- Asbestfasern  $< 10.000/\text{m}^3$
- anorganische Fasern  $< 15.000/\text{m}^3$
- derzeit keine Festlegungen für die „organischen“ Carbonfasern
- gefundene Gesamtanzahl an faserförmigen „WHO“ Partikeln  $< 7.000 \text{ Partikel}/\text{m}^3 \rightarrow$  unter Grenzwert für Asbest

$\rightarrow$  Kein erhöhtes Risiko für Kanzerogenität zu erkennen, dennoch  
Schutzkleidung empfohlen!

- Carbonfaserbruchstücke stabförmig mit scharfen Kanten



ITV-15-5271 2016.01.15 13:32 D2,0 x3,0k 30 um  
Filter Nr. 2



ITV-15-5901 2016.01.20 09:06 D2,2 x3,0k 30 um  
Filter Nr. 5

- Schutzkleidung
- Gebläseatemschutzsystem



Quelle: 3M Aura 9300+

- Gäste / Maschinen nicht in Betrieb  
Schutzklasse FFP 3



Quelle: arbeitsschutz-express.de

- Einmal-Schutzhandschuhe (Nitril)



Quelle: stoko.debgrou.com

Hautcreme/-reinigung/-pflege



Quelle: pm-atemschutzshop.de

Quelle: pm-atemschutzshop.de

Komfortabel,  
atmungsaktiv &  
bedingt flammhemmend

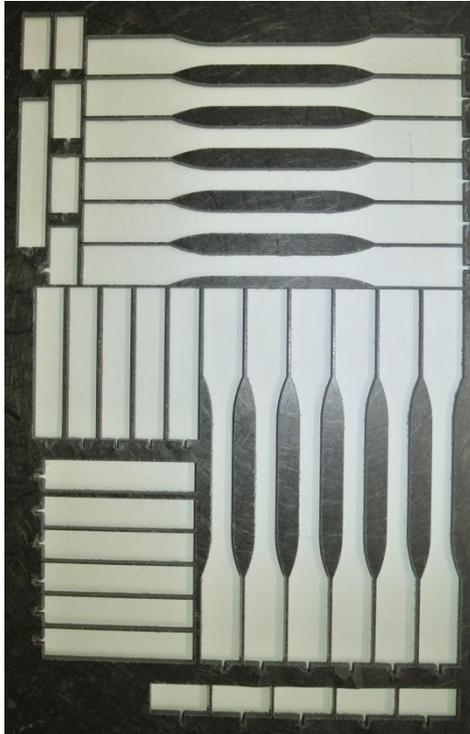
- Einsatzgebiete
- + Asbestinspektion, Isolierarbeiten
  - + Asbestentsorgung
  - + Zementherstellung
  - + Leichte industrielle Reinigung, Maschinenwartung
  - + Leichte Schweißarbeiten
  - + Schleifen & Polieren
  - + Körperlich anstrengende Tätigkeiten

Quelle: solutions.3mdeutschland.de

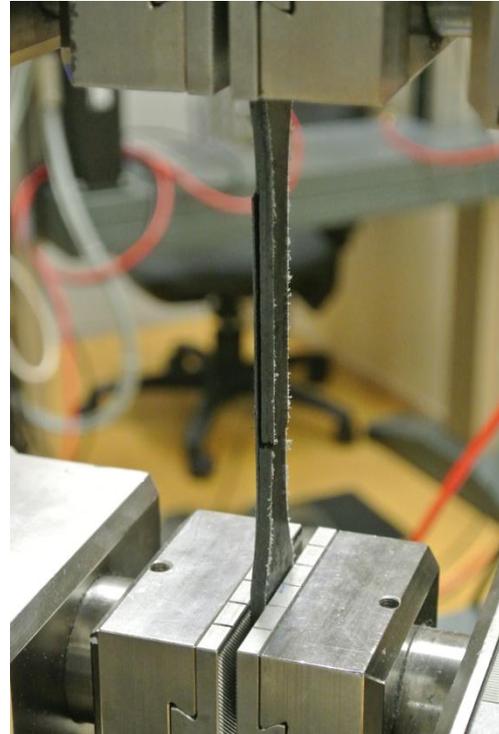
- Demonstration der Umformbarkeit des Materials (IVW in Kaiserslautern)
- 2 mm dicker Frisbee, umgeformter Rand faltenfrei  
→ gute Umformbarkeit der Vliesstoffe,  
bei Geweben nur mit erhöhtem Drapieraufwand möglich



Frisbee aus Carbonfaser-Polyamid Vliesstoff (Bildquelle IVW)



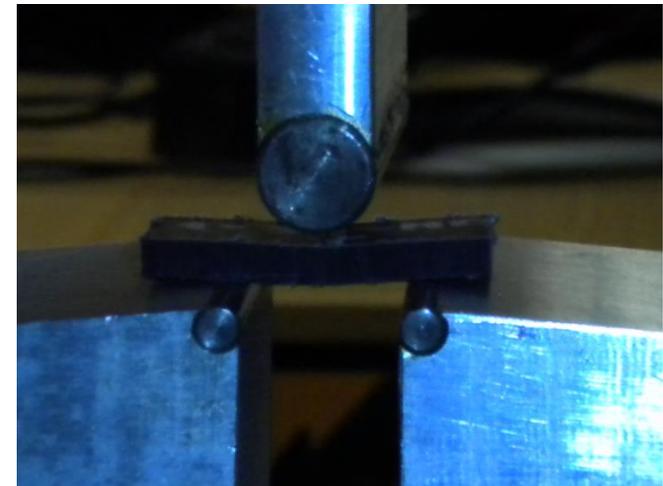
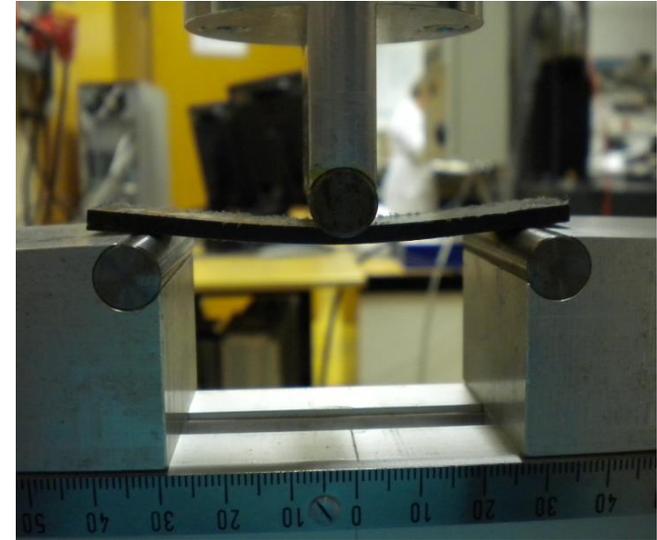
Prüfmuster

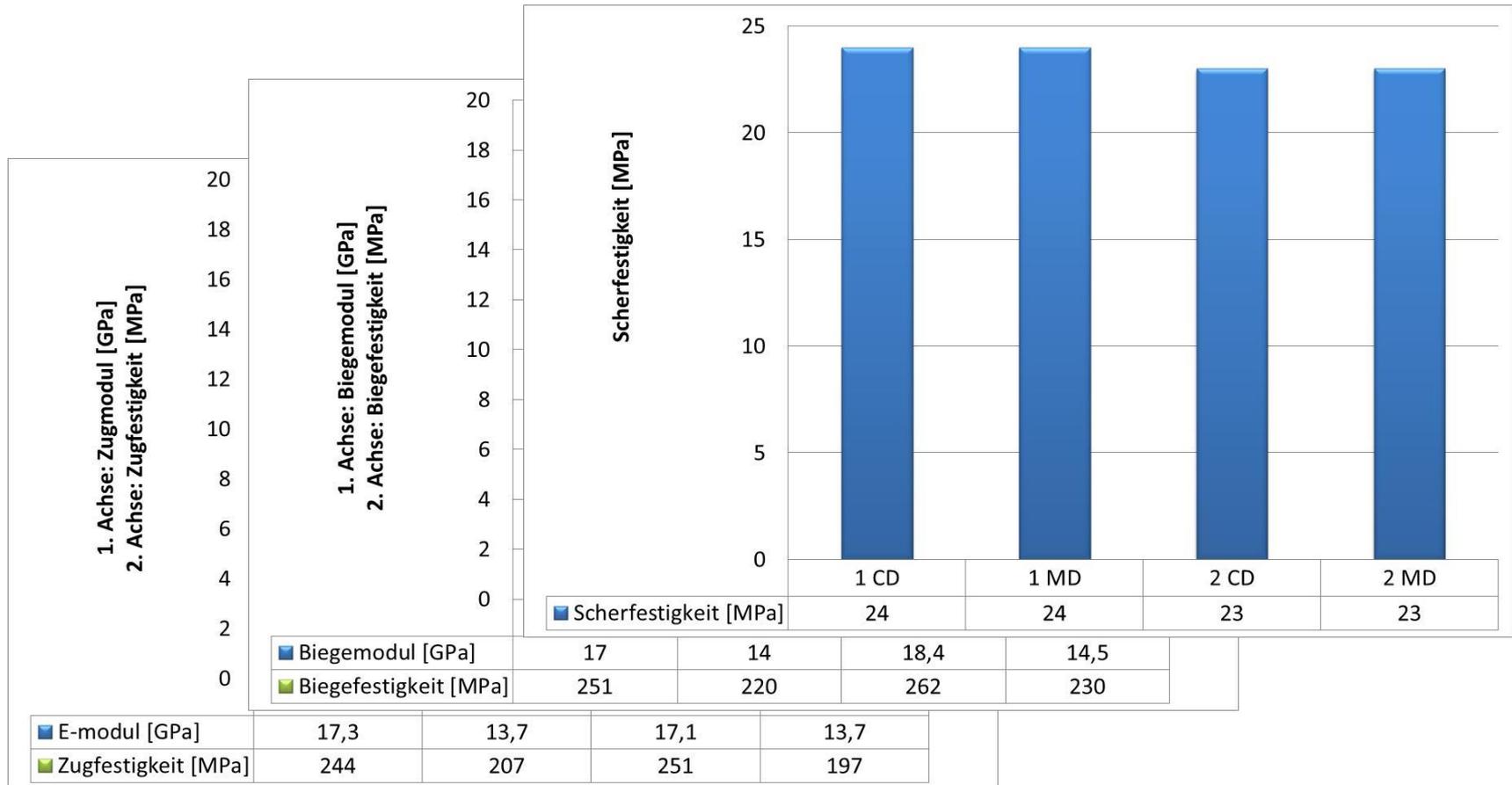


Zugversuch

Biegeversuch (oben)

Interlaminare Scherfestigkeit (unten)





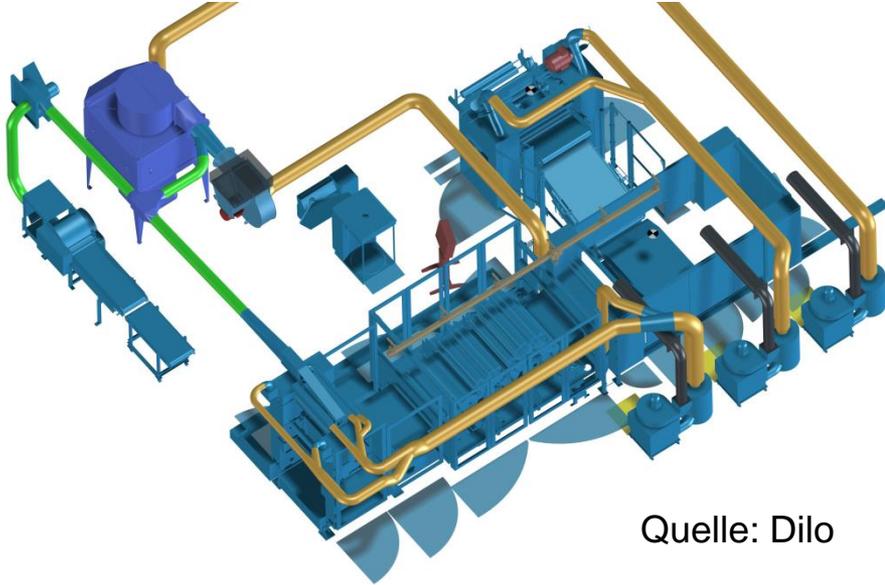
→ Einfluss Avivage ???

- **ITMA 2015**
  - Fa. Dilo bietet C-Faservliesstoffanlagen an
  - Fa. Dilo stellt Kompaktanlage vor
- **Ende 2016**

Fa. Dilo liefert 1m Kompaktanlage Vlies + Kardenband an ITV
- **Ab 2017**

ITV forscht verstärkt an Verarbeitung von Naturfasern und Recyclingfasern  
Schwerpunkt: Verbundwerkstoffe  
ITV setzt Analyse des C-Faserstaubs fort

# Kompaktanlage



Quelle: Dilo



Wir danken für das zur Verfügung stellen

- der Carbonfasern: SGL Carbon, Meitingen, D;  
CarbonNXT, Stade, D; ELG Carbon Fibre Ltd., GB
- der Garnituren: Graf & Cie; Groz-Beckert
- dem IVW Kaiserslautern für Herstellung des Verbundbauteils
- B. Ewert, K. Wild, S. Faller für die C-Faservermessung
- dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) für die Förderung des Vorhabens FKZ KF2009175CJ3.

# *Vom Material zum Produkt*

[www.itv-denkendorf.de](http://www.itv-denkendorf.de)