

Aufbereiten - Separieren - Mischen - Flächenbilden

Alternative Verfahren für Leichtbauvliesstoffe



Dipl.-Ing. Bernd Gulich
Dipl.-Ing. (BA) Marcel Hofmann
Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V.
an der Technischen Universität Chemnitz

Kompetenzzentrum Vliesstoffe - Forschungsfelder

- Faservliesstoffe
- Spinnvliesstoffe
- Wasserstrahlverfestigte Vliesstoffe
- Meltblown-Vliesstoffe
- Elektrosinning
- Carbonverarbeitung
- Textilrecycling
- Faseraufbereitung und Fadenbildung



SÄCHSISCHES
TEXTIL
FORSCHUNGS
INSTITUT e.V.



Copyright: STFI

Carbonfaserrecycling - Wo liegt das Problem?

Quelle: carboNXT

Quelle: welt.de

Sortierungskategorien von Kohlenstofffaserabfällen

„trockener“
Abfall
(ohne Matrix)



Rovingspulen



Lose Faserbündel



Halbzeugverschnitt

„nasser“
Abfall
(Matrix nicht
ausgehärtet)



Prepregspulen



Prepregrollenware



Prepregverschnitt

„vernetzter“
Abfall
(Matrix
ausgehärtet)



Produktionsausschuss



„End-of-life“



Carbonfaservliesstoffe seit 2005

- Untersuchungen zur Verarbeitbarkeit von Carbonfasern endlicher Länge
- Erste Phase: Faserschnitt aus Rovings mit Hilfe eines Choppers
- Zweite Phase: Carbonfasern aus rezyklierten Faserverbundbauteilen z.B. nach der Pyrolyse
- Ziel: Produktion von textilen Halbzeugen aus Carbonfasern mittels Kardierprozess



SÄCHSISCHES
TEXTIL
FORSCHUNGS
INSTITUT e.V.



||||| Toho Tenax

carbonNXT®

Copyright: STFI

Aktuelle Themen mit Bezug zu rCF am STFI

- **Aufbereiten**
 - Aufbereitung von trockenen Abfällen durch Reißen
 - Verbesserung Verarbeitungsverhalten Pyrolyseprodukte
- **Separieren**
 - Testung unterschiedlicher physikalischer Verfahren
 - Nähfadenfreies CF-Rezyklat
- **Mischen**
 - rCF-Vliesstoffe als Composites
 - Effekte mit Naturfasern
- **Flächenbilden und Verfestigen**
 - Kardieren mit geringer Faserschädigung
 - Wirrvliesbildung
 - Alternative Verfestigung von Vliesstoffen aus rCF (Spunlace)
 - Alternative Wege mit Band- und Garnbildung aus rCF



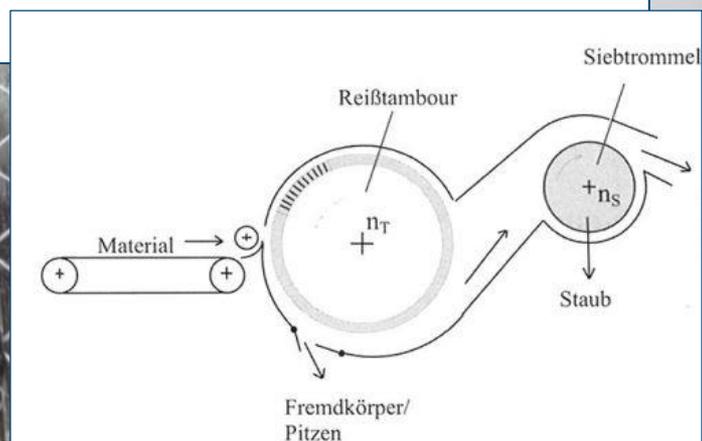
SÄCHSISCHES
TEXTIL
FORSCHUNGS
INSTITUT e.V.



Copyright: STFI

Aufbereitung

- Aufbereitung verschiedener Carbonfaserabfälle (Verschnittabfälle oder Pyrolyseprodukte) mittels modifizierter Schneid- und Reißtechnik
- Erhalt einer mittleren Faserlänge von ca. 60 mm, dies entspricht ca. 85% des Verschnittes
- Technische und technologische Entwicklungen zur Überführung in den industriellen Maßstab
- Durchsatzmengen ab ca. 200 kg/h*mAB im wirtschaftlich interessanten Bereich



Separieren – Warum?

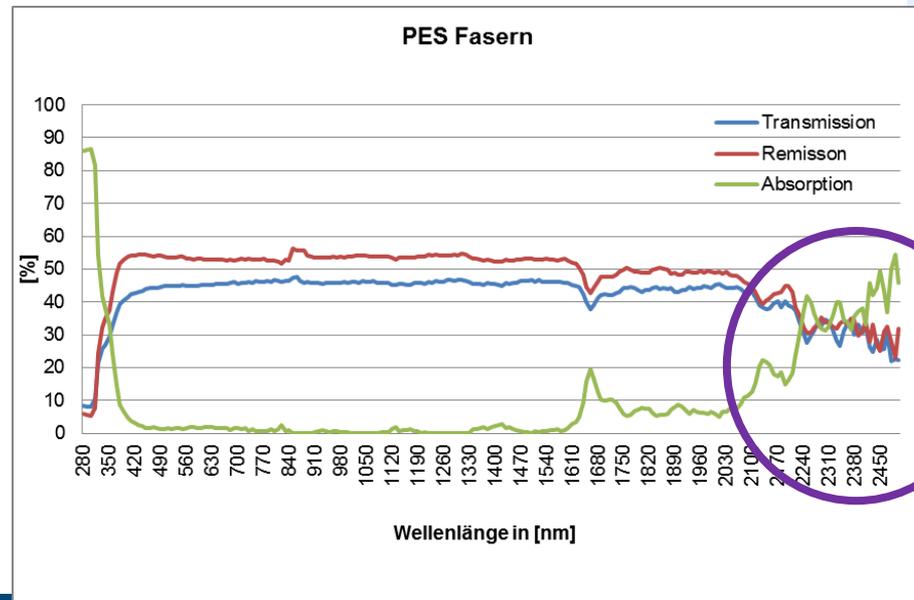
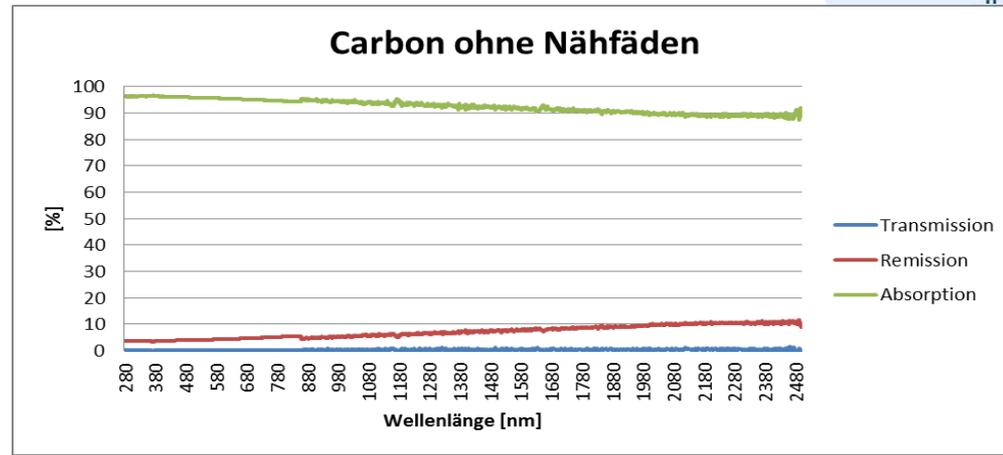
Endprodukte mechanischer Aufbereitungsverfahren liegen nicht als 100% CF vor (im Gegensatz z.B. zu Pyrolyseprodukten)

1. **Optik** – weiße Fasern/Fäden im schwarzen Bauteil
2. **Qualität** – vermeintlich vermindert gegenüber sortenreinen Produkten
3. **Kennwerte** – z.B. negative Beeinflussung der Faser-Matrix-Haftung



Separieren – Basics

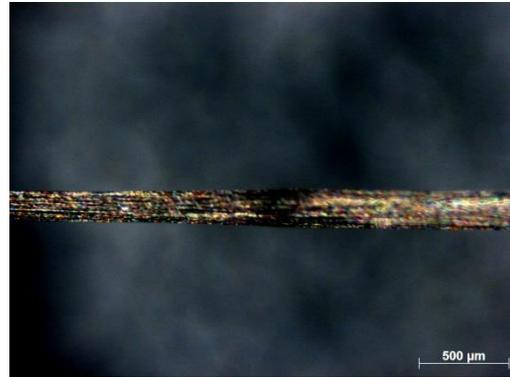
- Spektrometrische Untersuchungen zur Ermittlung der Absorption-, Transmissions- und Reflexionskennwerte im Labormaßstab
- Möglicher Arbeitspunkt im Nah und Mittleren IR-Bereich



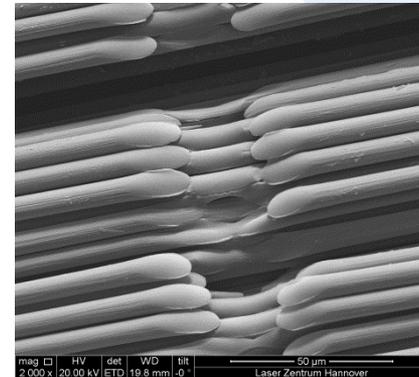
Separieren – Erste Ergebnisse

Laser – Das Mittel der Wahl!

**Erste Versuchsdurchführung
zeigte Durchtrennung der
Fasermaterialien**



▶ Mikroskop 5X

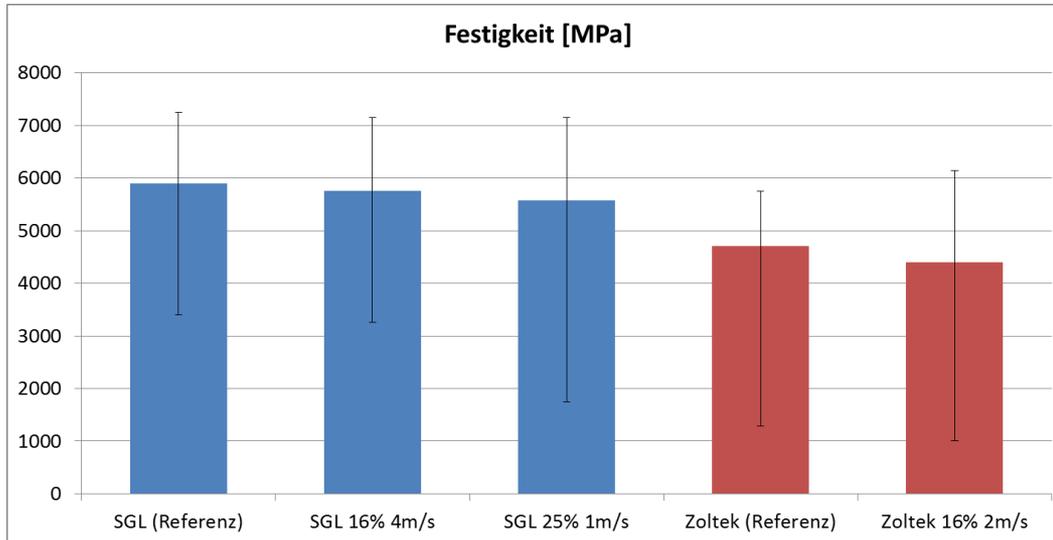


▶ REM 2000X

**Parameteroptimierung
brachte Erfolge mit Verfah-
rgeschwindigkeiten von bis zu
3 m/s bei einer maximalen
Laserleistung von 3 kW**

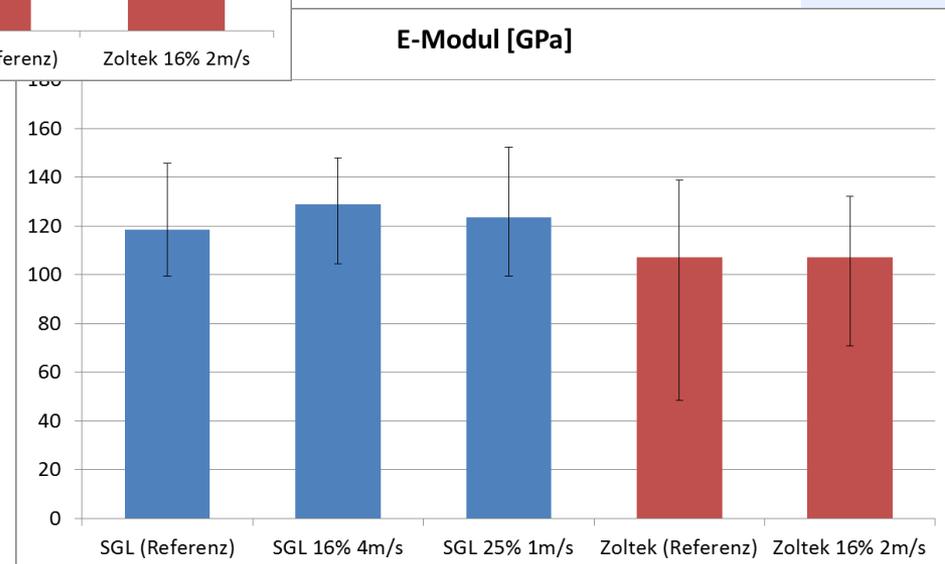


Separieren – Erste Ergebnisse



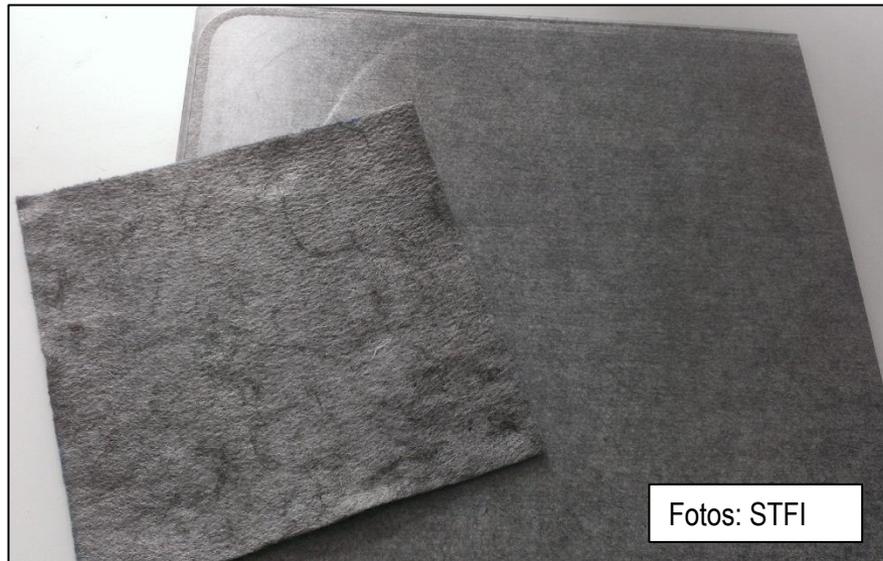
Ergebnis:
Einzelfaserkennwerte
bleiben durch Laser-
behandlung nahezu
unberührt

Ausblick:
Verarbeitungstests zur
Validierung des Verfahrens
werden aktuell durchgeführt



Mischen - rCF-Hybridvliesstoffe als Composites

- Organoblech auf Basis Hybridvliesstoff (40% rCF / 60% PET) zeigt folgende technische Daten
- E-Modul: ~ 18 GPa (MD)
~ 40 GPa (CD)
- Biegefestigkeit: ~ 340 MPa (MD)
~ 660 MPa (CD)



Mischen – Effekte durch rCF in Naturfaservliesstoffen

- Teilweise Substitution von Pflanzenfasern durch rCF in Mischungen mit PP als Matrixfaser (rCF-Anteil 20 % bis 40 % abs.)
- Einfluss des rCF-Anteils auf die Festigkeitseigenschaften
- Potenzial zur Reduzierung der Flächenmasse

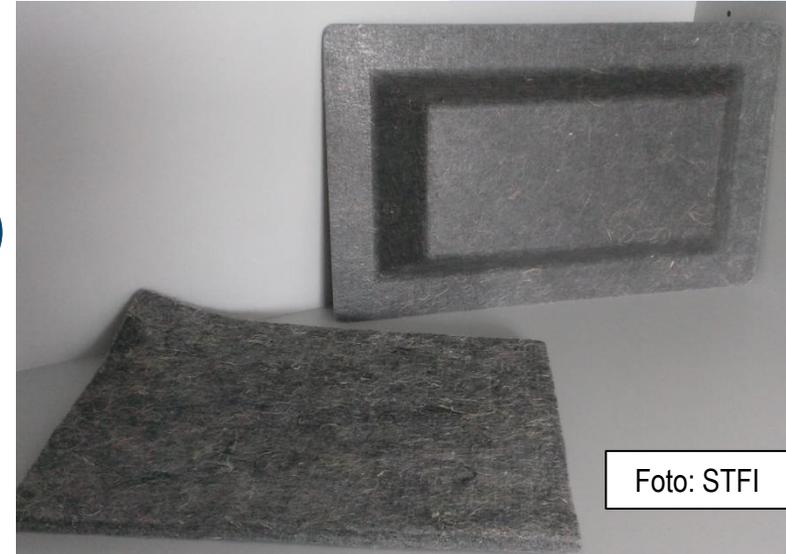
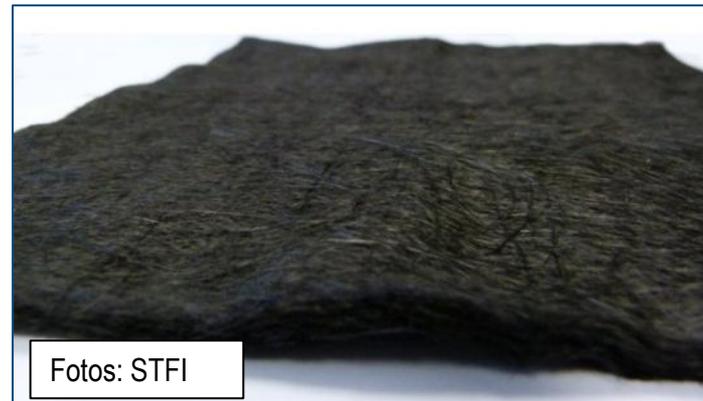


Foto: STFI

Mischung			Zugspannung DIN EN ISO 527-4: 1997-07		E-Modul DIN EN ISO 527-4: 1997-07		Biegespannung DIN EN ISO 14125: 2011-05		Biegemodul DIN EN ISO 14125: 2011-05	
			MD [MPa]	CD [MPa]	MD [GPa]	CD [GPa]	MD [MPa]	CD [MPa]	MD [GPa]	CD [GPa]
NF	PP	rCF								
60	40	0	25,15	24,41	2,47	2,47	49,82	49,83	2,87	3,03
30	40	30	50,34	71,21	5,89	8,24	50,99	49,93	4,46	4,79

Flächenbildung

- **Verarbeitung langer, jedoch nicht endloser Carbonfasern mittels Kardierprinzip**
- **Herstellung von Vliesstoffen aus 100% rCF oder in Mischung mit anderen Verstärkungsfasern, Naturfasern und/oder thermoplastischen Binfedern**
- **In-line-Verfestigung mittels Vernadelung bzw. Übernähen (Maliwatt)**
- **Einarbeitung von Vliesstoffen in Gewebe oder Gelege mittels Vernadelung**



Fotos: STFI



SÄCHSISCHES
TEXTIL
FORSCHUNGS
INSTITUT e.V.



Copyright: STFI

Anlagentechnik im STFI



SÄCHSISCHES
TEXTIL
FORSCHUNGS
INSTITUT e.V.

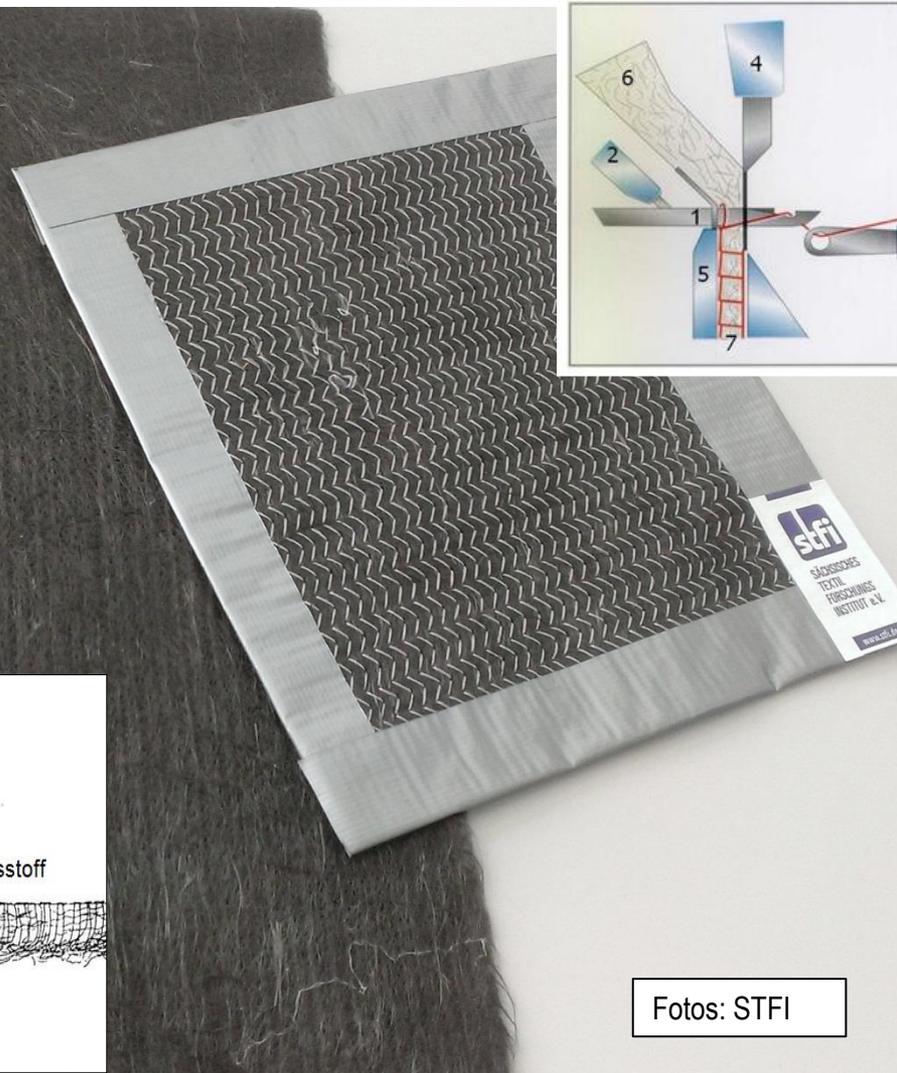
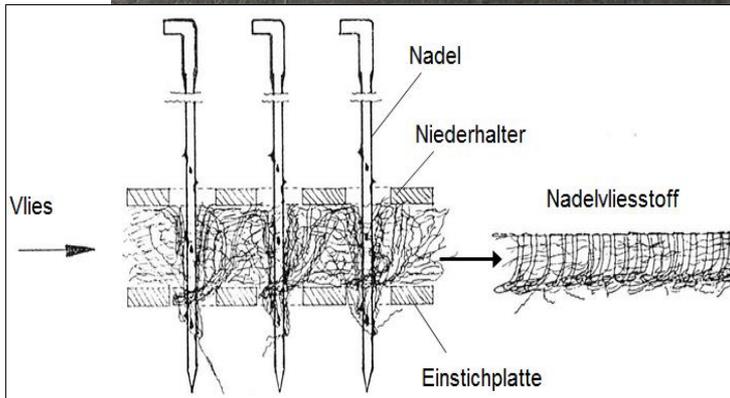
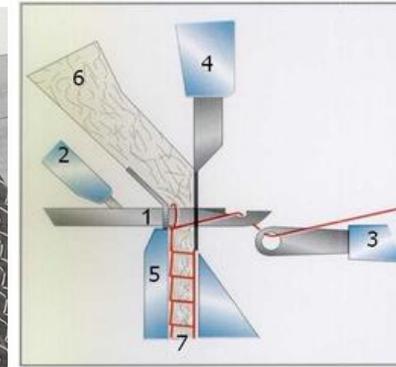


Arbeitsbreite: 1,0m
Flächenmasse: 40 g/m² - 1500 g/m²
Faserstoffe: - Carbon; Glas
- Aramide; Naturfasern
- PP; PA; PPS;...

Foto: STFI

Flächenbildung und Verfestigung

Das können wir:
Übernähen
Vernadeln



Fotos: STFI

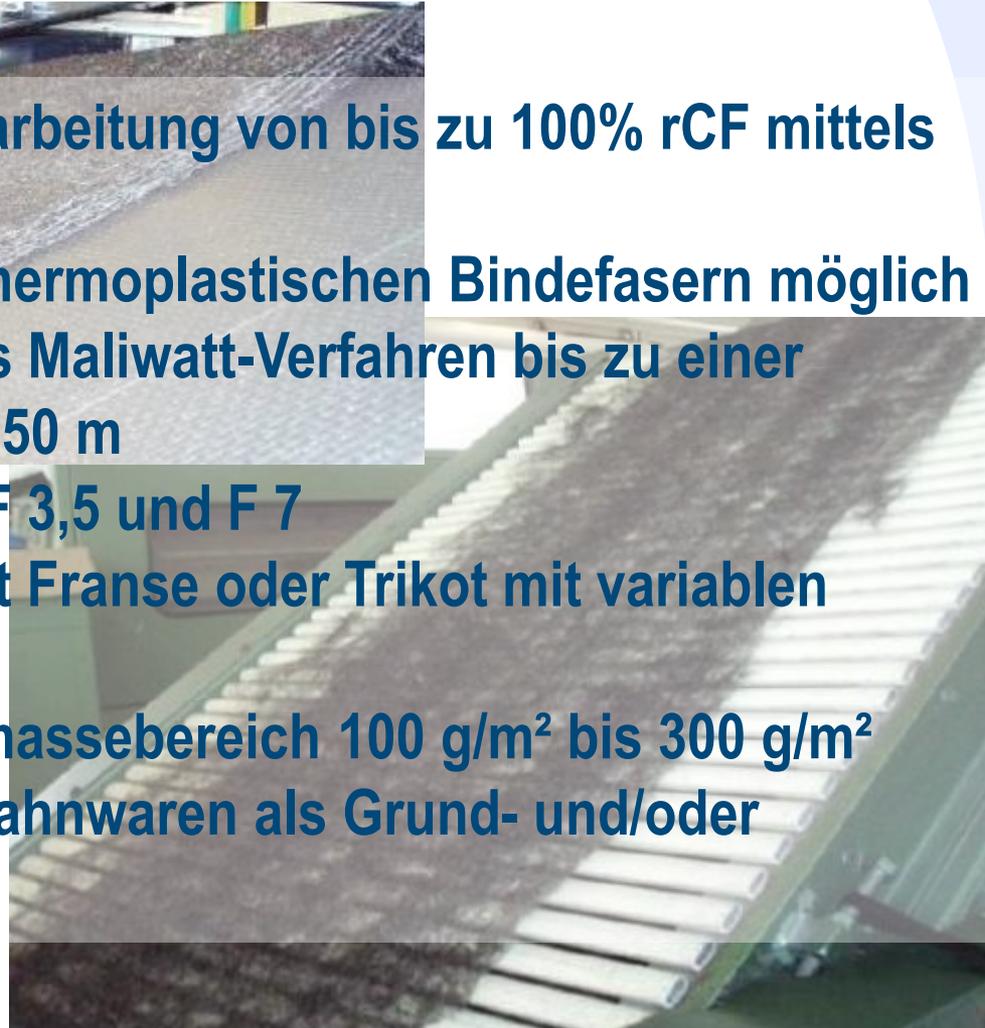
Industrielle Umsetzung – Pilotanlage in Hof



SÄCHSISCHES
TEXTIL
FORSCHUNGS
INSTITUT e.V.

TENOWO
NONWOVENS

- Pilotanlage zur Verarbeitung von bis zu 100% rCF mittels Kardierverfahren
- Beimischung von thermoplastischen Bindefasern möglich
- Verfestigung mittels Maliwatt-Verfahren bis zu einer Arbeitsbreite von 1,50 m
 - Feinheiten F 3,5 und F 7
 - Bindungsart Franse oder Trikot mit variablen Stichlängen
- Optimaler Flächenmassebereich 100 g/m² bis 300 g/m²
- Einarbeitung von Bahnwaren als Grund- und/oder Decklage möglich



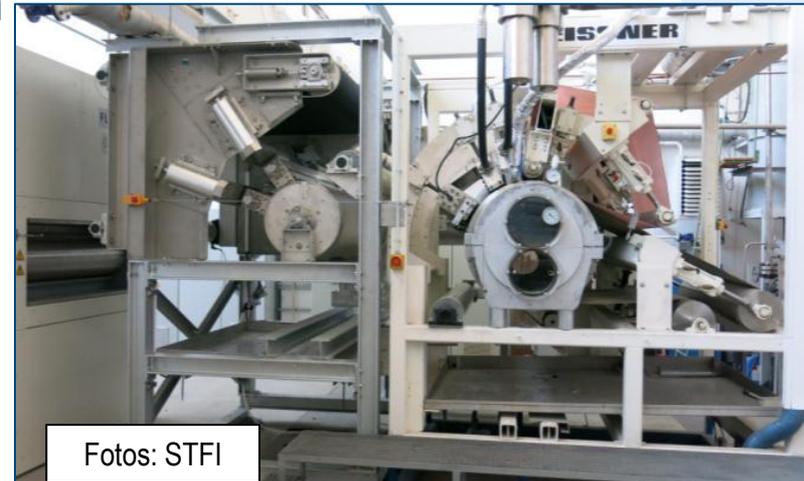
Copyright: STFI

Flächenbildung und Verfestigung - Spunlace

- Anwendbarkeit der Spunlace-Technologie für die Verfestigung
- Erzielbare untere und obere Flächenmassen
- Erzielbare textilphysikalische Eigenschaften der Carbon-Spunlace-Vliesstoffe
- Ermittlung geeigneter Trocknungsverfahren für Carbon-Spunlace-Vliesstoffe
- Für den Anwendungsfall geeignete Parametrierung und Arbeitsmittel
- Erzielbare physikalische Eigenschaften von Faserverbundbauteilen



SÄCHSISCHES
TEXTIL
FORSCHUNGS
INSTITUT e.V.



Copyright: STFI

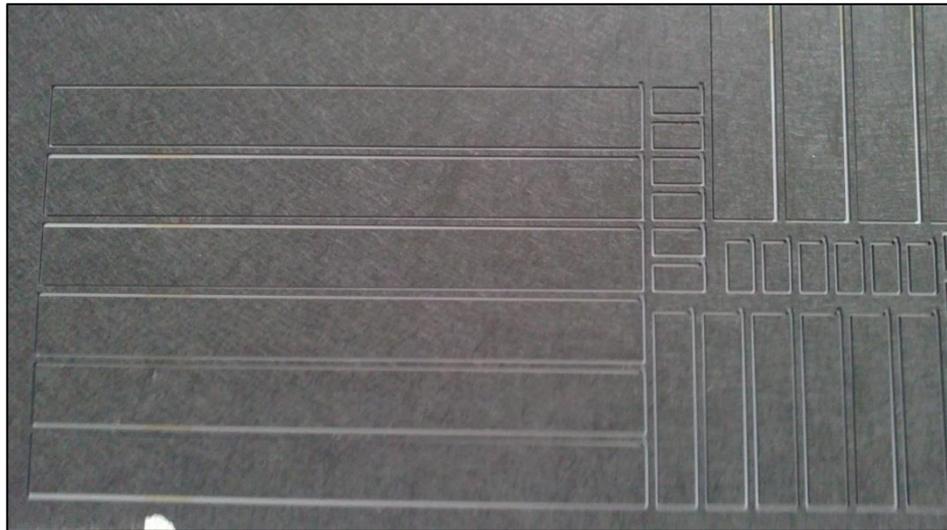
Spunlace – Erste Ergebnisse

- Versuche mit kardierten Vliesstoffen aus 100% rCF und
- Mischungen von rCF und thermoplastischen Fasern
- Flächenmassen zwischen 100 g/m² und 250 g/m²
- Verfestigung mit Wasserstrahlen ist möglich
- Untersuchungen zur optimalen Trocknung laufen



Spunlace – Erste Ergebnisse

- Composite aus wasserstrahlverfestigtem Vliesstoff in Epoxidharzmatrix erreicht folgende Parameter:
- Fasergehalt: ~25 %
- E-Modul: ~ 16 GPa (MD)
~ 31 GPa (CD)
- Zugfestigkeit: ~ 225 MPa (MD)
~ 430 MPa (CD)



Alternative: (Stapel) Faserband / Garn

- Ausweitung der Aktivitäten auf die Bildung strangförmiger Strukturen aus Carbonfasern endlicher Länge
- Faserbandbildung aus Restroving-Schnittstapel bzw. gerissenen CF
- Lastpfadoptimierte Dimensionierung von Bauteilen

Verstärkungs- faser 100%	FVK (Matrix: Epoxidharz)	Faservolumen- gehalt [%]	Biege-E-Modul [Gpa]		Biegefestigkeit [Mpa]	
			längs	quer	längs	quer
Primär-CF	UD-Laminat	60	140		1.600	
rCF (Vlies)	Nadelvliesstoff-Laminat	24	15	31	306	548
rCF (Band)	UD-Laminat manuell verlegt (V3)	33	52	11	743	164



Fotos: STFI



Erweiterung der Anlagentechnik 2015/2016



SÄCHSISCHES
TEXTIL
FORSCHUNGS
INSTITUT e.V.



Kombinierte Carbonfaser-Wirrvlies- und Kardieranlage
Arbeitsbreite durchgängig 1,0m
Vliesverfestigung inline durch Vernadeln oder Übernähen
Band- und Garntechnik
Krempel mit Bandabzug und -verfestigung
Inline-Spinntester



Quelle: AUTEFA

Aufbau eines Zentrums für Textilen Leichtbau



Quelle: STFI

Zusammenfassung

- ✓ **Aufbereitung von trockenen Carbonfaserabfällen mittels Reißverfahren ist technisch nachgewiesen und wirtschaftlich sinnvoll**
- ✓ **Mechanische Vlies- und Bandbildung mittels Walzenkrepel unter Einsatz von 100 % Carbonfasern oder in Mischung mit anderen Fasern sowie die anschließende mechanische und hydrodynamische Verfestigung ist technisch nachgewiesen**
- ✓ **Halbzeuge aus rezyklierten Carbonfasern zeigen Eigenschaftsprofil, welches sie für den Leichtbaueinsatz qualifiziert**
- ✓ **Quasiisotrope Wirrvliesstoffe ergänzen das bestehende Technologie- und Produktportfolio des STFI**



SÄCHSISCHES
TEXTIL
FORSCHUNGS
INSTITUT e.V.



Copyright: STFI

Zusammenfassung



SÄCHSISCHES
TEXTIL
FORSCHUNGS
INSTITUT e.V.



Sprechen Sie uns an

- ✓ für Ihre Versuche
- ✓ zur Entwicklung und Umsetzung Ihrer Produktideen
- ✓ zur Beteiligung an unseren FuE-Projekten

Wir freuen uns auf Sie!

Danksagung

Wir danken dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie für die Förderung des Forschungsvorhabens „CF Plant“ mit der Reg. Nr. MF140103 und des Forschungsvorhabens „Sekundär-Roving“ mit der Reg. Nr. VF120032 innerhalb des Förderprogramms „INNO-KOM-Ost“.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



SÄCHSISCHES
TEXTIL
FORSCHUNGS
INSTITUT e.V.



Danke für Ihre Aufmerksamkeit



SÄCHSISCHES
TEXTIL
FORSCHUNGS
INSTITUT e.V.



Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V.

Annaberger Straße 240
09125 Chemnitz

Phone: +49 371 5274-0
Fax: +49 371 5274-153

Geschäftsführender Direktor:
Dipl.-Ing.-Ök. Andreas Berthel

E-Mail: stfi@stfi.de
Internet: www.stfi.de

Copyright: STFI