

# INSTITUT FÜR TEXTILTECHNIK AUGSBURG GMBH

HOF, 09.11.2017

KINDLY SUPPORTED BY:





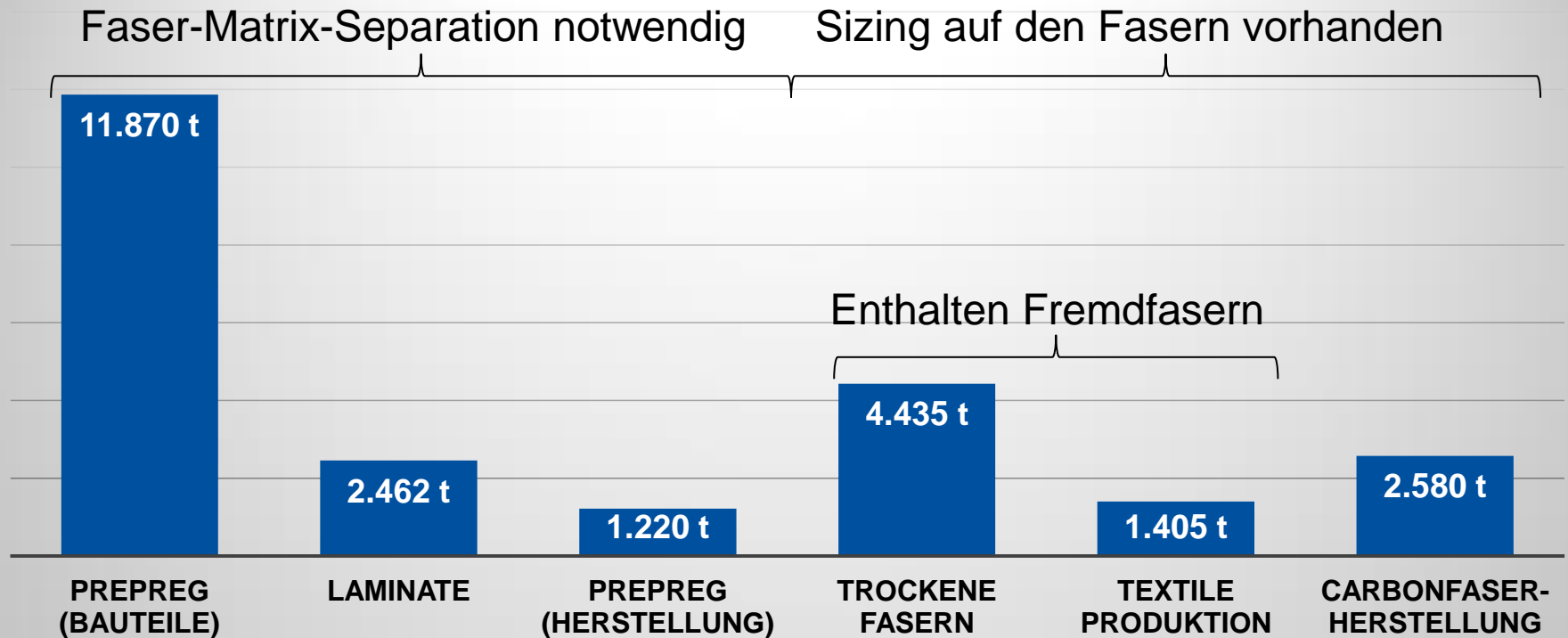
## Web Based Composites

Prozessketten und Produkte

- **Recycling von Carbonfasern**
- **Hochorientierte Vliestapes**
- **Wirtschaftlichkeitsbetrachtung**
- **Vergleich von Prozessketten**
- **Anwendungen**



# Weltmarkt für Composites wächst konstant... Abfall auch!



1. Pyrolyse ist auf industriellem Niveau angekommen
2. Konstanter Rohstoffstrom verfügbar
3. Fokus der Forschung liegt auf der Weiterverarbeitung zu definierten Halbzeugen



## Recycling und Vlies bilden eine perfekte Partnerschaft

- Fasern kurzer und mittlerer Länge
- Wirtschaftliches Verfahren
- Einstellbarkeit der Eigenschaften in weiten Grenzen

- Recyclingverfahren noch nicht hinreichend erforscht und entwickelt
- Anwendungen von Recyclingmaterialien in Produkten wenig bekannt
- Normen und Standards für Materialien und Halbzeuge nicht angepasst
- Auslegungsverfahren für Bauteile aus Recyclingmaterialien nicht bekannt



- Recycling von Carbonfasern
- **Hochorientierte Vliestapes**
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
- Prozessketten im Vergleich
- Anwendungen



# Eigenschaften thermoplastisch vorimprägnierter Faserbänder (TP-Tapes) bei der anwendungsorientierten Verarbeitung

Vorteile von TP-Tapes mit Endlosfasern:

- Lastpfadoptimierte Auslegung der Bauteile
- Automatisierte Ablage durch Tapeleger und/oder roboterbasierte Systeme möglich
- Hohe Faservolumenanteile erreichbar (~ 50 – 60 %)

Nachteil:

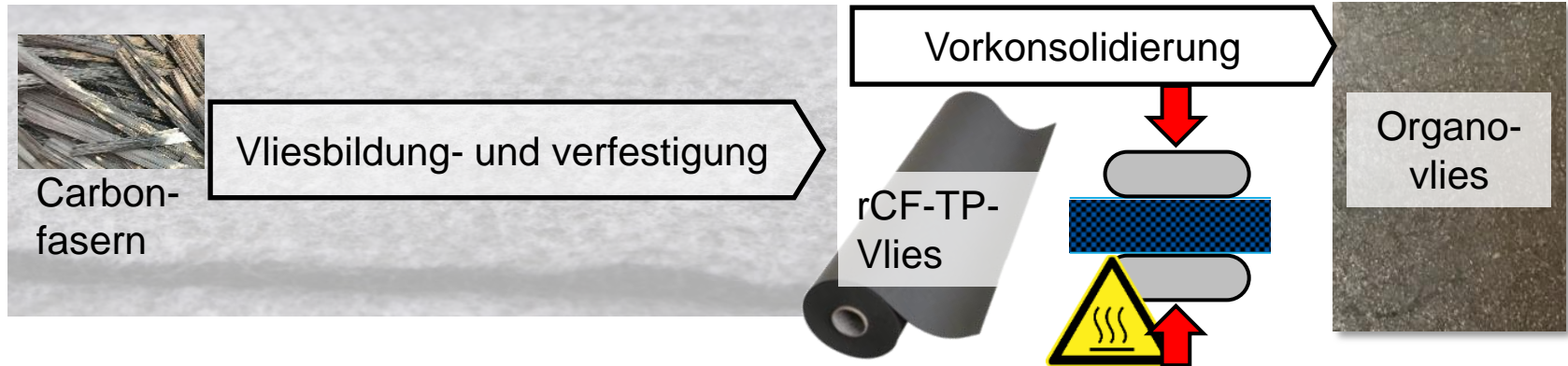
- Hohe Materialkosten

- 1. Möglichkeit zur Kostenreduktion durch Einsatz von rezyklierten Carbonfasern (rCF)**
- 2. Standardisiertes rCF-Tape erleichtert Anwendung**



# Tapeherstellung & Projektziele von MAI RecyTape

- Einsatz von TP in Kombination mit rCF reduziert die Vlieswege drastisch



1. Hohe Faserparallelisierung:  $MD/CD > 2$
2. Geringe Faserschädigung bei Verarbeitung der Carbonfasern
3. Entwicklung und Evaluierung einer Recycling-Prozesslinie zur Herstellung von Tapes aus hochorientierten Carbonfasern

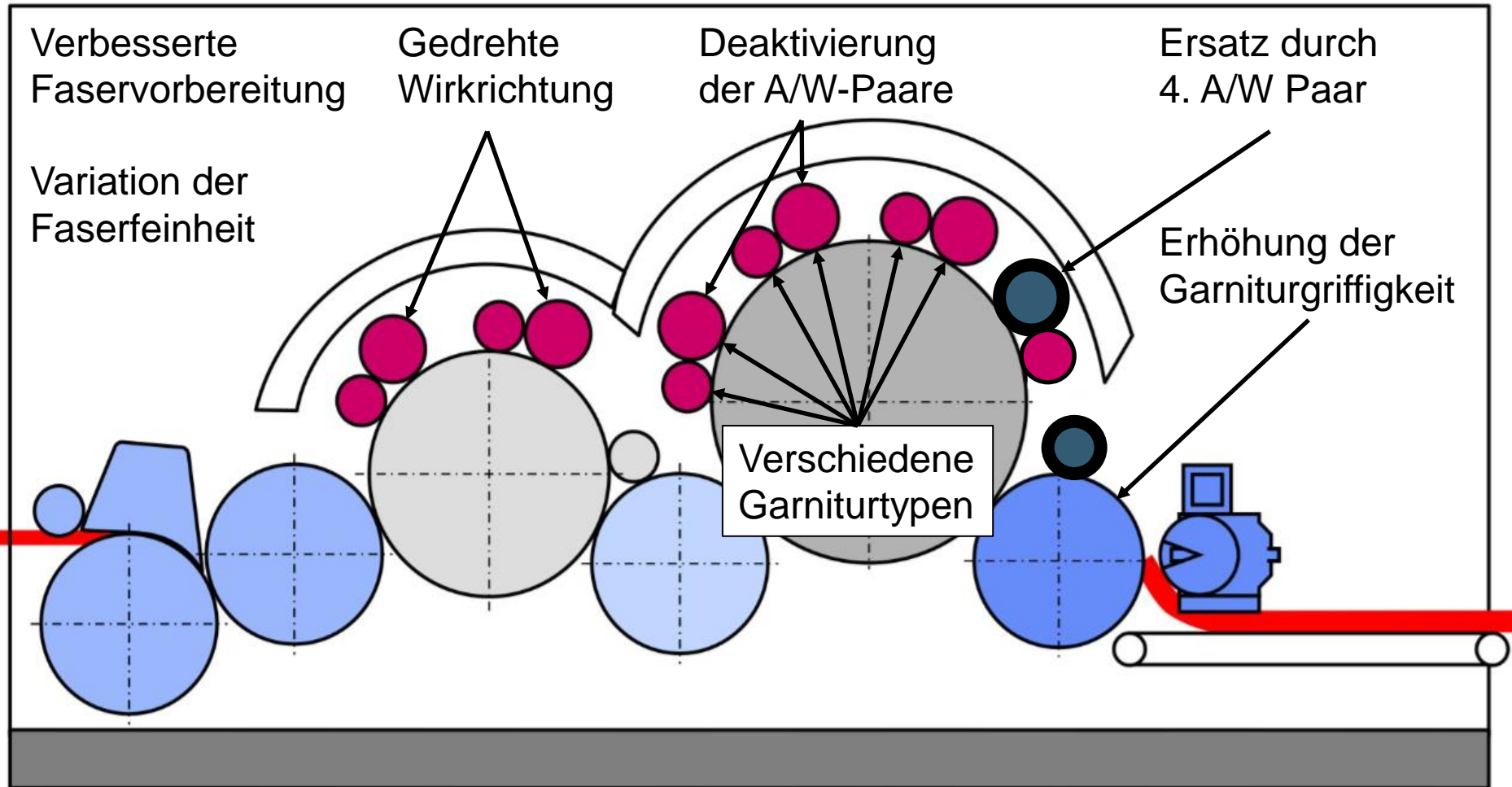
# Keine klassischen textilen Eigenschaften der Carbonfaser

---

- Keine Kräuselung
- Geringe Elastizität
- Elektrische Leitfähigkeit
- Glatte Oberfläche
  - Geringe Faser-Faser-Haftung, aber hohe Metall-Faser-Haftung
- Sprödes Bruchverhalten
  - Hohe Staubentwicklung

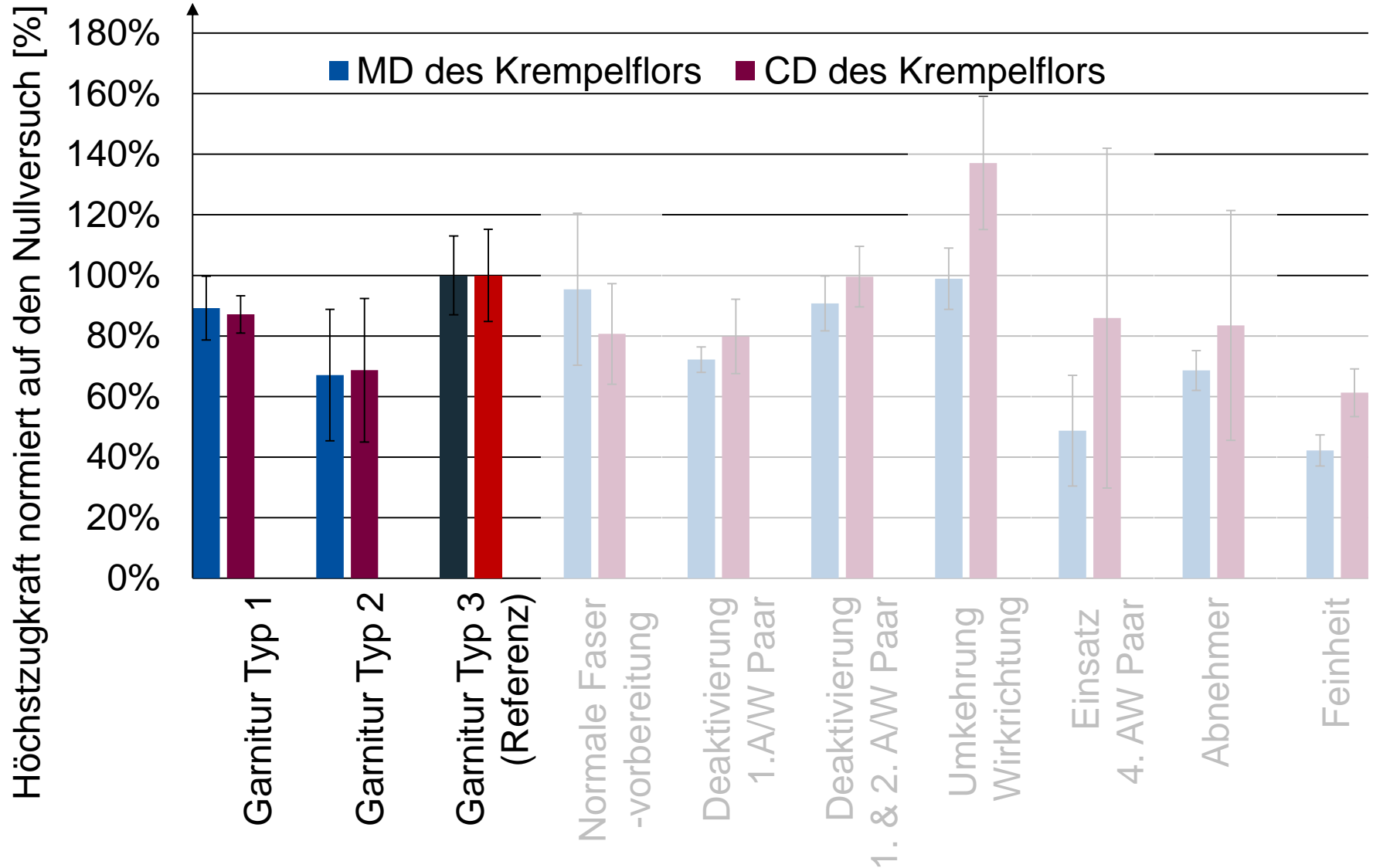
- 1. Textile Prozesse müssen angepasst werden!**
- 2. So viel Öffnung wie notwendig, so sanft wie möglich!**
- 3. Downsizing durch Fasereinkürzung gilt es zu minimieren!**

# Modifikationen der DLO Kompaktkrempe

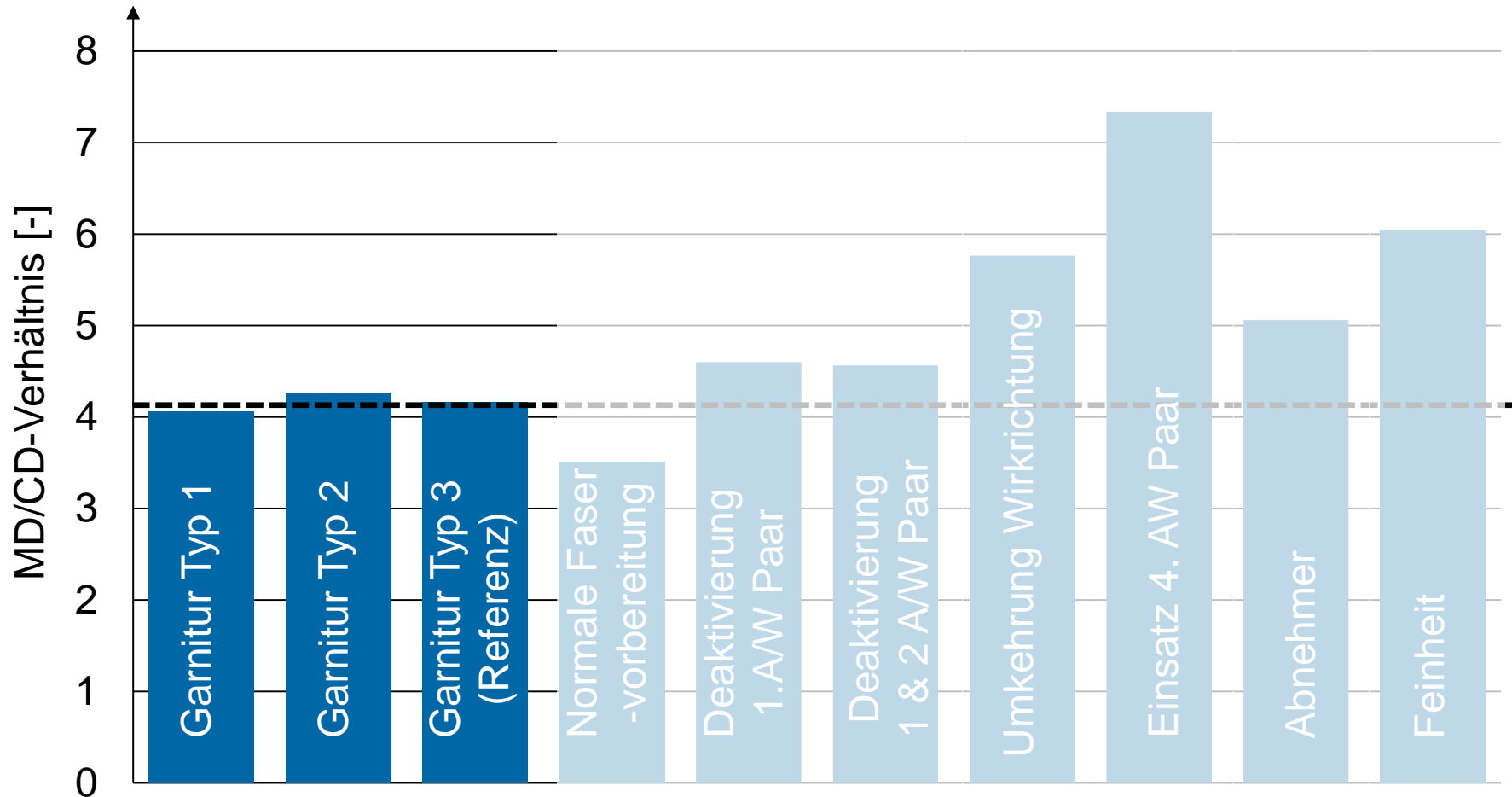




# Höchstzugkraft der Vliese als Indikator für mögliche Faserschädigung



# Ergebnisse der Orientierungsmessung



Höchster erreichter MD/CD Wert liegt bei 7,3

# Die Einflüsse im Überblick

| Maßnahme                  | Höchstzugkraft | Orientierung |
|---------------------------|----------------|--------------|
| Krempelwolf               | +              | +            |
| Garnitur Typ2             | -              | +            |
| Garnitur Typ3             | +              | +            |
| Deaktivierung 1. HAW      | -              | +            |
| Deaktivierung 2. HAW      | -              | +            |
| Umkehr der Wirkrichtung   | 0              | +            |
| Griffigkeit des Abnehmers | -              | +            |
| 4. A/W Paar               | -              | +            |
| Feine Fasern              | n.E.           | -            |

1. Einsatz von Voröffnungsaggregat durchweg positiv
2. Umkehrung der Wirkrichtung A/W durchweg positiv
3. Erhöhung der Orientierung auf Kosten der Faserschädigung



# Eigenschaften von RecyTapes sind einstellbar

- Faservolumengehalt
- Orientierung
- Fasermischung
- Breite
- Dicke



- Erarbeitung von tieferem Verständnis der Einflüsse von Verfahrens- und Maschinenparametern
- Weitere Erhöhung der Orientierung im Vliesstoff
  - Ermittlung des Potenzials der Orientierungserhöhung durch Nachver Streckung
  - erste Machbarkeitsversuche in Arbeit, MD/CD > 10 möglich

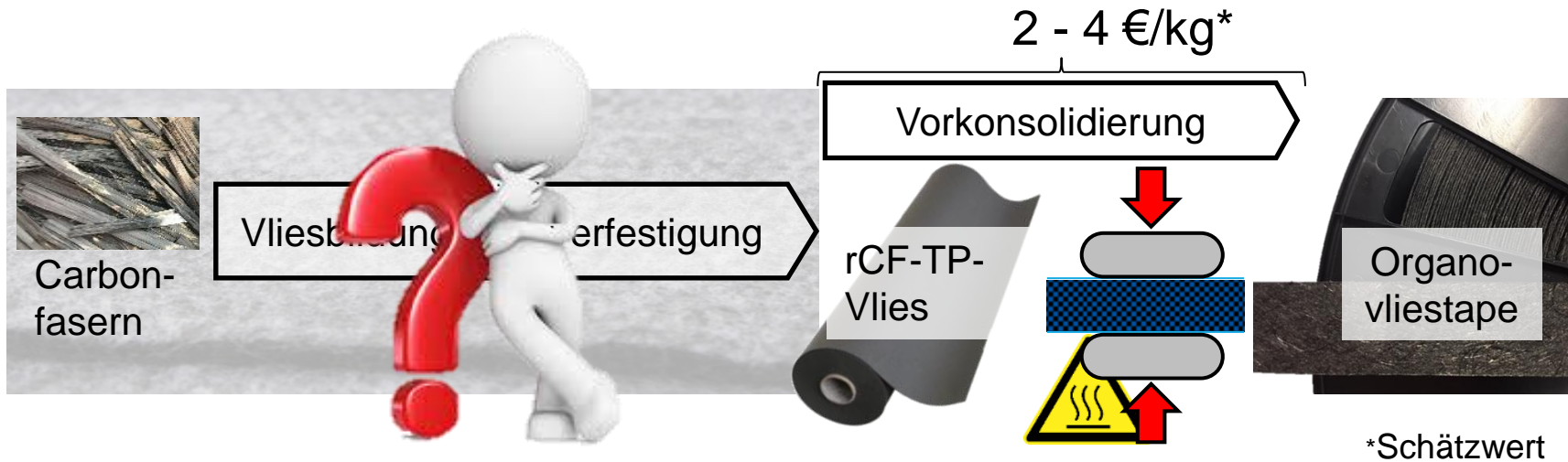
Wie steht es um die Wirtschaftlichkeit der Tapes?

- Recycling von Carbonfasern
- Hochorientierte Vliestapes
- **Wirtschaftlichkeitsbetrachtung**
- Prozessketten im Vergleich
- Anwendungen





# Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von rCF-TP-Vliesstoffen



**Materialkosten** unbekannt  
wegen fehlendem Marktvolumen

Ermittlung der Erwartungen über  
**Umfrage**  
(ITA/Fraunhofer IGCV/CCeV)

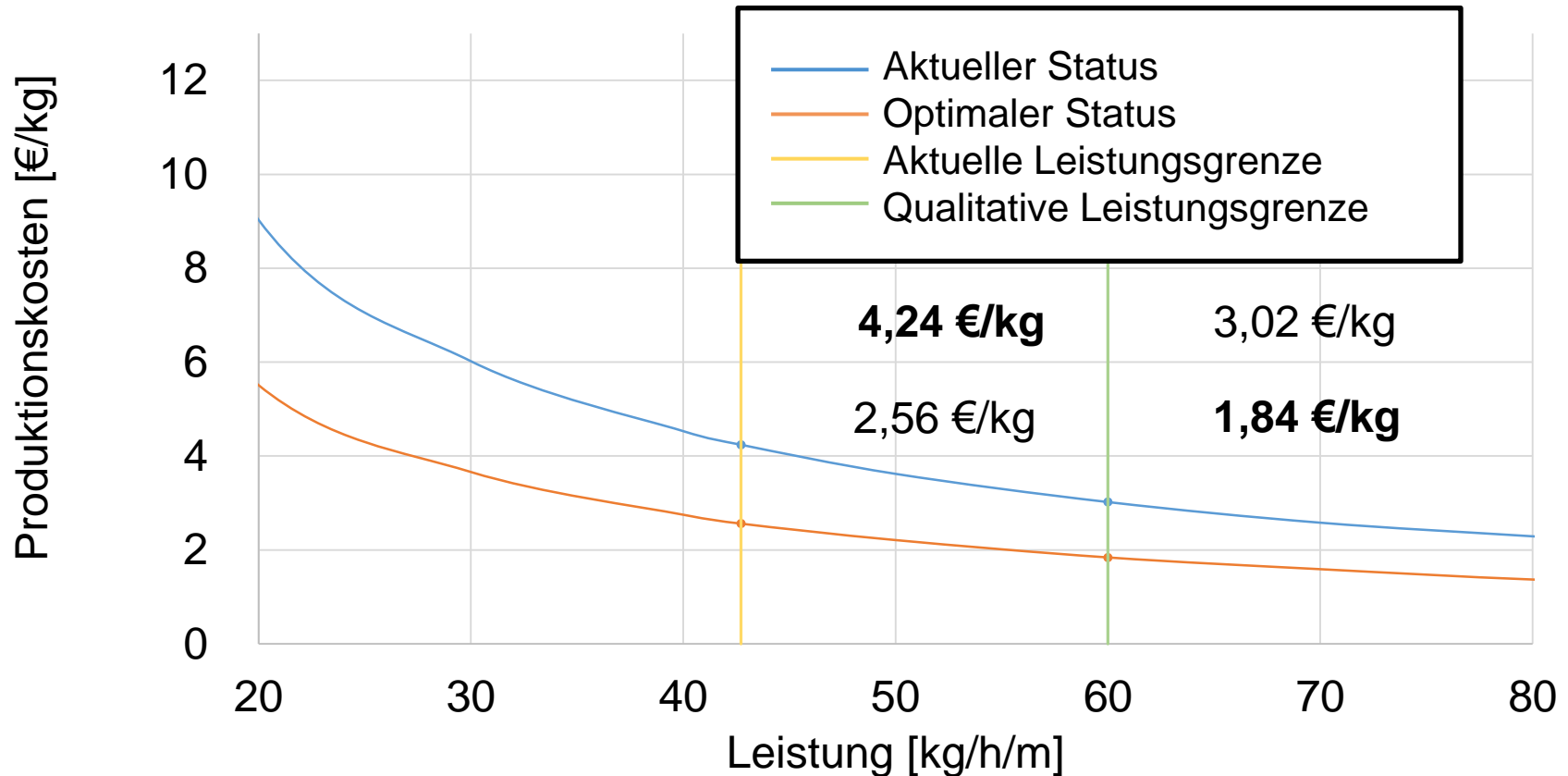
**Produktionskosten** unbekannt  
aufgrund fehlender Daten

Ermittlung durch ein **Kostenmodell**  
mit Daten der industriellen Anlage  
des ITA Augsburg

# Kostenmodell verwendet industrielle Rahmenbedingungen

- Kontinuierliche Produktion
- 3-Schichtsystem
- Anschaffungskosten der Maschinen werden über 8 Jahre abgeschrieben
- Betrachtetes Leistungsspektrum der Anlage: bis 60 kg/h/m

# Produktionskosten [€/kg] in Abhängigkeit der Leistung [kg/h/m]



1. Produktionskosten aktuell: 4,24 €/kg

2. Mit entsprechender Modifikation der Anlage auf 1,84 €/kg senkbar



- Durchgeführt über CCEV Verteiler und Workshop
- Ausführlichere Ergebnisse des Fragebogens im aktuellen CCEV Magazin

## 1. Für welche Anwendungen kommen rCF-Vliesstoffe in Frage?

|                             |      |
|-----------------------------|------|
| Semistrukturale Bauteile    | 91 % |
| Substitution von Glasfasern | 61 % |
| Sichtbauteile               | 57 % |

## 2. Teilnehmer sind bereit im Schnitt 5,18 €/kg für rCF zu bezahlen

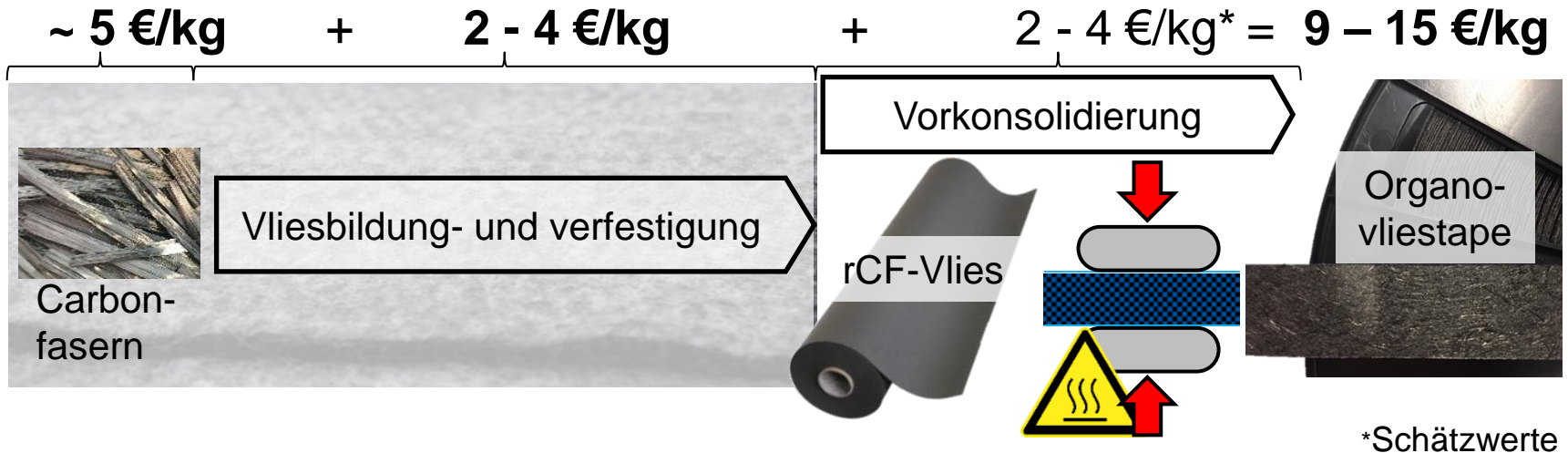
Eigenschaften der Einzelfaser:

E-Modul: 240 GPa

Zugfestigkeit: 3.500 MPa

Stapellänge: 60 mm

# Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von rCF-Vliesstoffen



Produktionskosten bekannt

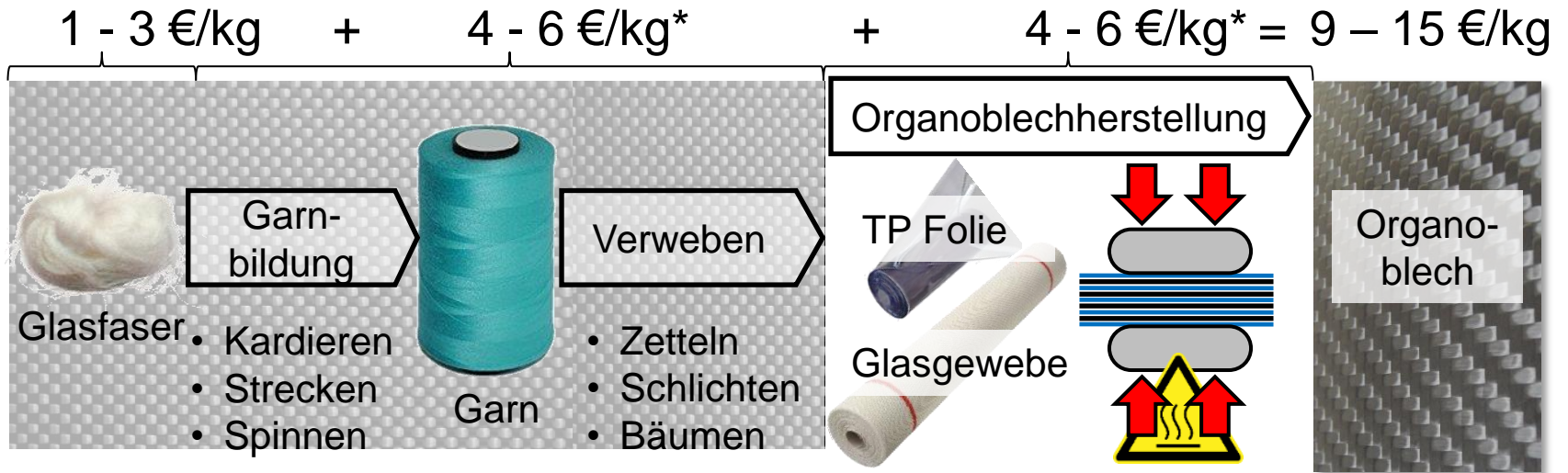
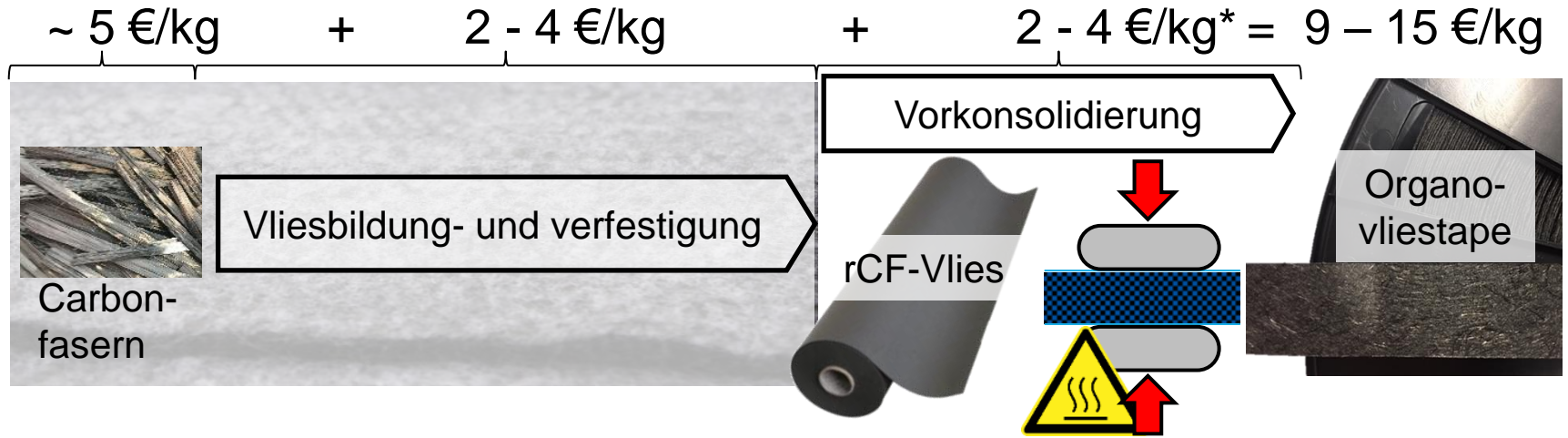
Materialkosten bekannt

Herstellungskosten bekannt

- Recycling von Carbonfasern
- Hochorientierte Vliestapes
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
- **Prozessketten im Vergleich**
- Anwendungen



# Vergleich unterschiedlicher Organo-Prozessketten



\*Schätzwerte



# Konkurrenzfähigkeit von rCF-Vliesstoffen

| Kriterien         | rCF-Vliesstoff                    | Organoblech aus Glasgewebe         |
|-------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| Halbzeugkosten    | 9 - 15 €/kg                       | 9 - 15 €/kg                        |
| E-Modul (isotrop) | 20 GPa (@ 34% FVG)                | 15 GPa (@ 60% FVG)*                |
| Mittlere Dichte   | 1,5 g/cm <sup>3</sup> (@ 34% FVG) | 2,0 g/cm <sup>3</sup> (@ 60% FVG)* |

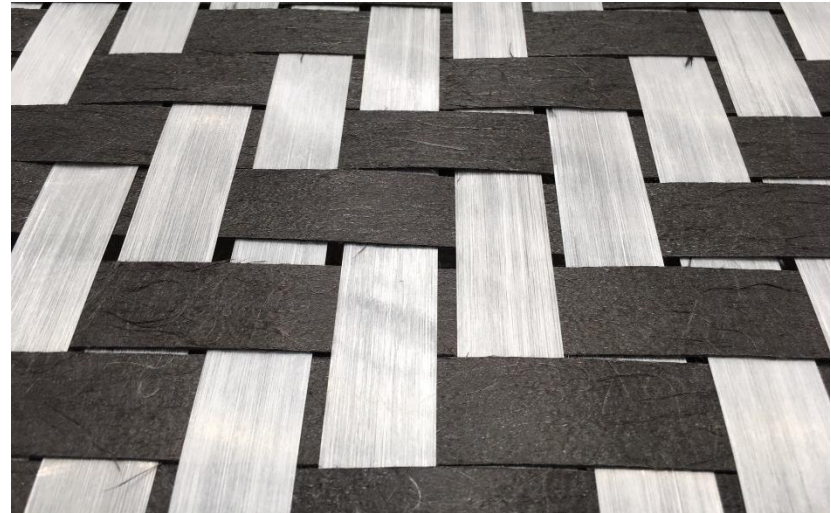
- Ähnliche Kostenstruktur
- 25 % bessere mechanische Eigenschaften
- 25 % Gewichtsersparnis

**Ersatz von Organoblechen aus Glasfasern mit rCF-Vliesstoffen in semistrukturellen Bauteilen ist prädestiniertes Anwendungsfeld!**

- Stand des Recyclings von Carbonfasern
- Hochorientierte Vliestapes
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
- Prozessketten im Vergleich
- **Anwendungen**



- Tapegeewebe
  - Sichtbauteil
  - Kombination mit anderen Tapes
- Tapegelege (in Durchführung)
  - Verarbeitung auf etablierten Maschinen
  - Direktablage zu fertigen Bauteilen



- rCF-Vliesstoffe sind hochorientierbar und in etablierten Wertschöpfungsketten einsetzbar
- Mechanische Eigenschaften und Dichte von rCF-Vliesstoffen sind jeweils um 25 % besser als bei glasfaserverstärkten Kunststoffen
- Mit prozesstechnischen Verbesserungen können noch konkurrenzfähigere Preise erreicht werden

- Weitere Forschungsaktivitäten um das zukunftssträchtige RecyTapes sind geplant
  - wir berichten nächstes Jahr darüber
- rCF-Vliesstoffe in Kombination mit Thermoplasten haben großes Potenzial für weitere Prozessoptimierungen
  - Einsatz ohne Vorkonsolidierung denkbar
- Neue Verfahren (in-situ Polymerisation) bieten weiteres Potenzial rCF-Vliese in die Massenanwendung zu bringen



# Ein herzlicher Dank an die Fördergeber des Projekts MAI RecyTape

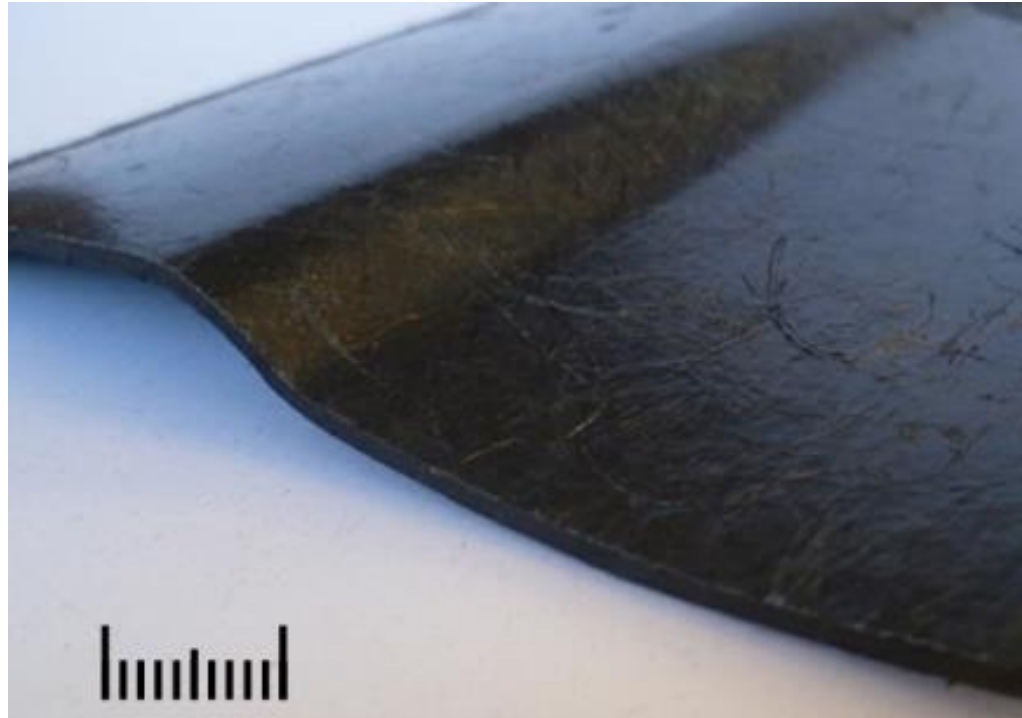
GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



# Vielen Dank



Georg Stegschuster, Prof. Dr. Stefan Schlichter  
**Institut für Textiltechnik Augsburg gGmbH**