



22. Hofer Vliesstofftage 2007  
07. und 08.11.2007

# *Nassvliese aus Hochleistungsfasern und ihr Potential für Verbundwerkstoffe*

M. Röske, Dr.-Ing. T. Reußmann, Dr.-Ing. R. Lützkendorf  
Thüringisches Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung e.V. (TITK), Rudolstadt  
Abteilung Textil- und Werkstoff-Forschung



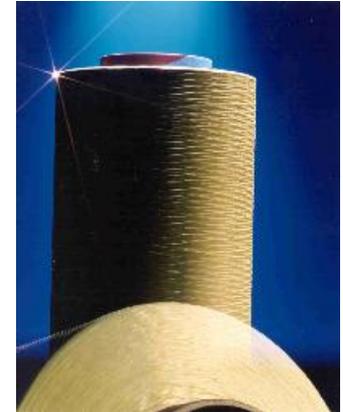
## Gliederung

1. Ausgewählte Hochleistungsfasern
2. Verfahrensentwicklung zur Verbundherstellung
  - 2.1. Aramidfaserrecycling und Granulatherstellung
  - 2.2. Kohlenstofffaserrecycling und Nassvliesherstellung
3. Verbundkennwerte
4. Zusammenfassung / Ausblick



## Aramidfaser

- hohe Festigkeit (2,4 - 3,4 GPa; p-Aramid)
- hohe Abriebfestigkeit
- hohe Temperaturbeständigkeit (kurzzeitige Belastung bis 450 °C; p-Aramid)
- hohe Flammbeständigkeit
- Dichte 1,38 – 1,45 g/cm<sup>3</sup>



## Einsatzgebiete

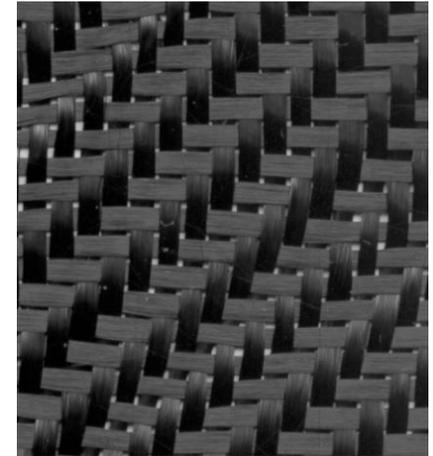
- Schutzbekleidung (Helme, schussichere Westen, Schnitenschutzhosen, feuerfeste Bekleidung usw.)
- Reibbeläge (z.B. Brems-, Kupplungsbeläge)
- Hochleistungsreifen
- Verstärkungsfaser in Kunststoffen
- ...





## Kohlenstofffaser

- hohe Festigkeit (3,5 – 5,2 GPa)
- hoher E-Modul (230 – 520 GPa)
- gute elektrische Leitfähigkeit ( $0,8 - 1,5 \cdot 10^{-5} \Omega\text{m}$ )
- Dichte 1,75 – 1,90 g/cm<sup>3</sup>



## Einsatzgebiete

→ Verstärkungsfasern in Kunststoffen

Gewebe, Gelege und Rovings für  
Luft- und Raumfahrt, Sportartikel, Windkraftanlagen,  
Automobilindustrie, Maschinenbau, Schiffbau, Rennsport,  
Medizintechnik, Elektroindustrie usw.

→ Dichtungen, Flechtschläuche

→ ...





## Produktion + Abfälle

### Aramidfasern

~ 50.000 t/a

~ 20 €/kg

### Kohlenstofffasern

~ 35.000 t/a

~ 25 €/kg

*Produktionsmengen weltweit*

*Preis*

### *Textile Abfälle*

Restspulen, Faserwirre, Gelege- und Gewebereste, Randbeschnitte, Flechtabfälle



 Hohe Faserpreise → Recycling sinnvoll



## Aktuelle Recyclingstrategien

- Wiederverwertung von Produktionsabfällen und Post-Consumer-Abfällen bei Aramidfasern



→ Aufmahlung zu Pulpe, Gewinnung von Reißfasern

- Wiederverwertung von Produktionsabfällen bei Kohlenstofffasern



→ Aufmahlung zu Pulver für die Kunststoffindustrie (elektrisch leitfähige Kunststoffe)

**ZIEL:** Hochwertige Nutzung der teuren Faserabfälle



### *Faserdosierung in der Kunststoffindustrie*

Voraussetzung:

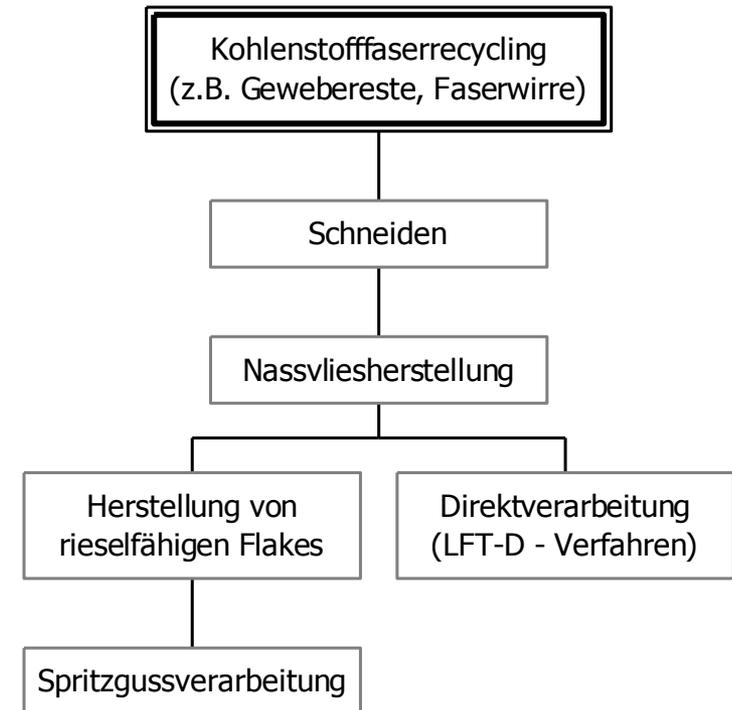
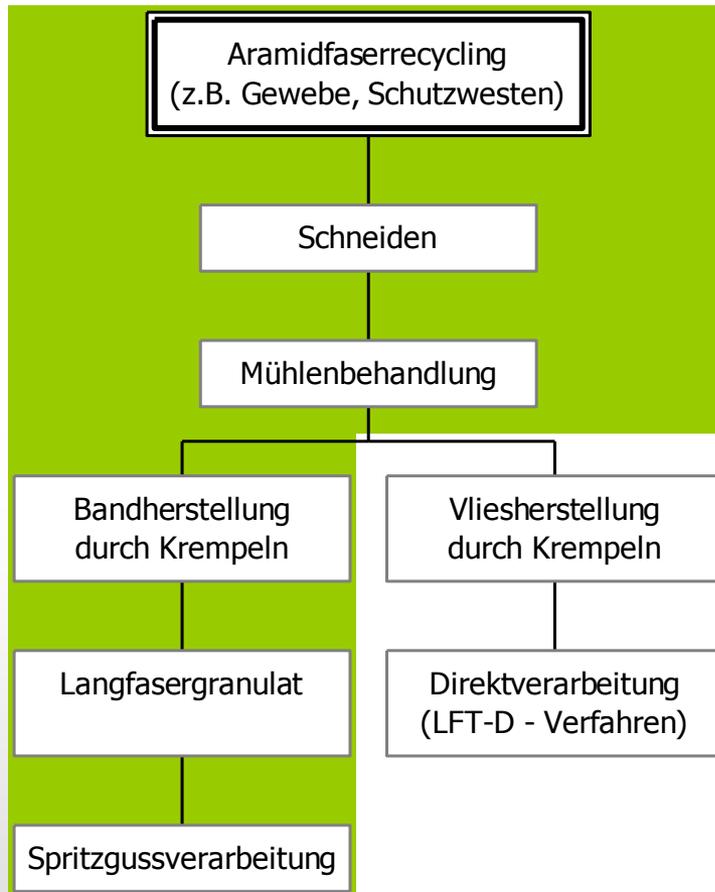
- Fasern/Faserabfälle müssen in dosierfähiger Form vorliegen
- Entwicklung geeigneter Halbzeuge notwendig

Halbzeuge ausgewählter Kunststoffverarbeitungsverfahren:

<b>Verarbeitungsverfahren</b>	<b>Benötigtes Halbzeug</b>
Spritzguss	Granulate, Pellets
Extrusion	Granulate, Pellets, (Rovings)
Direktverarbeitung (LFT-D – Verfahren)	Rovings, (Vliese)

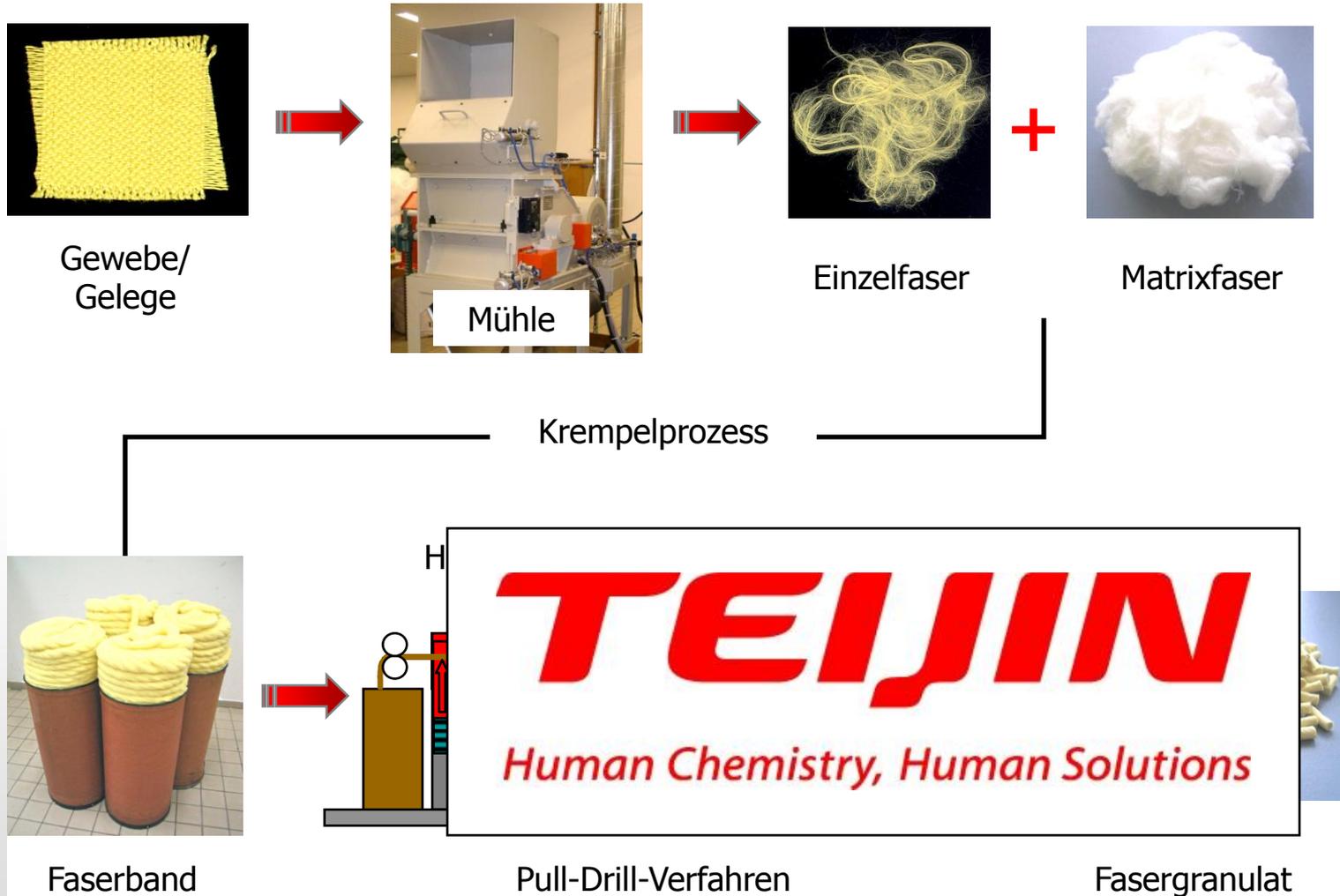


### Recyclingstrategien des TITK



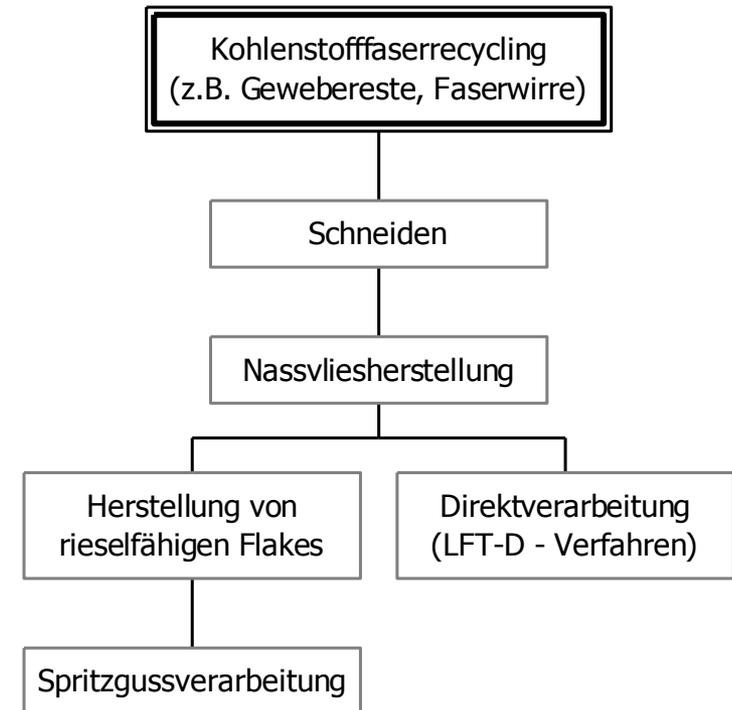
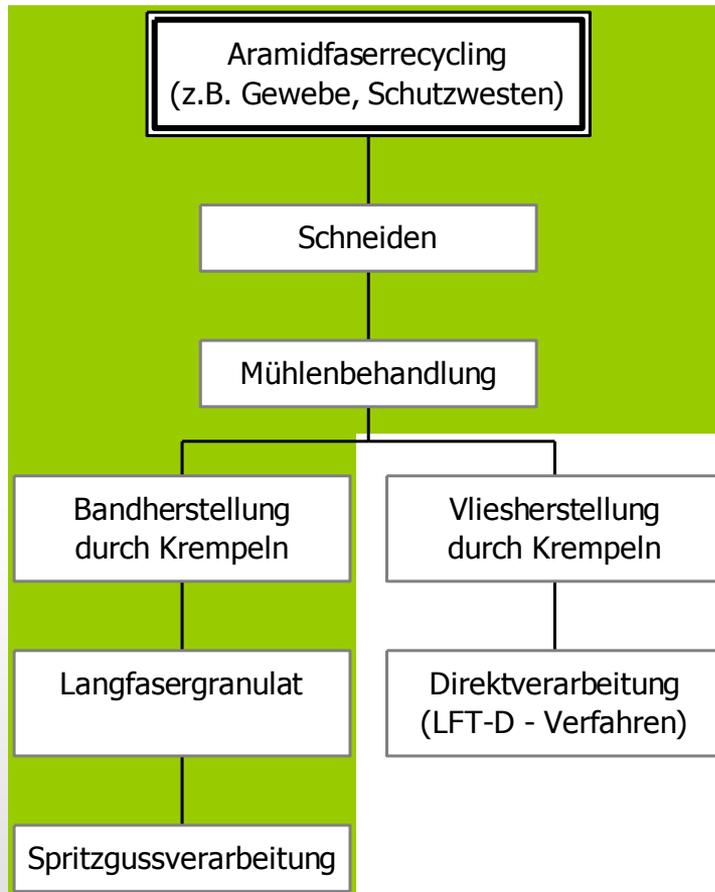


## Entwicklung im TITK



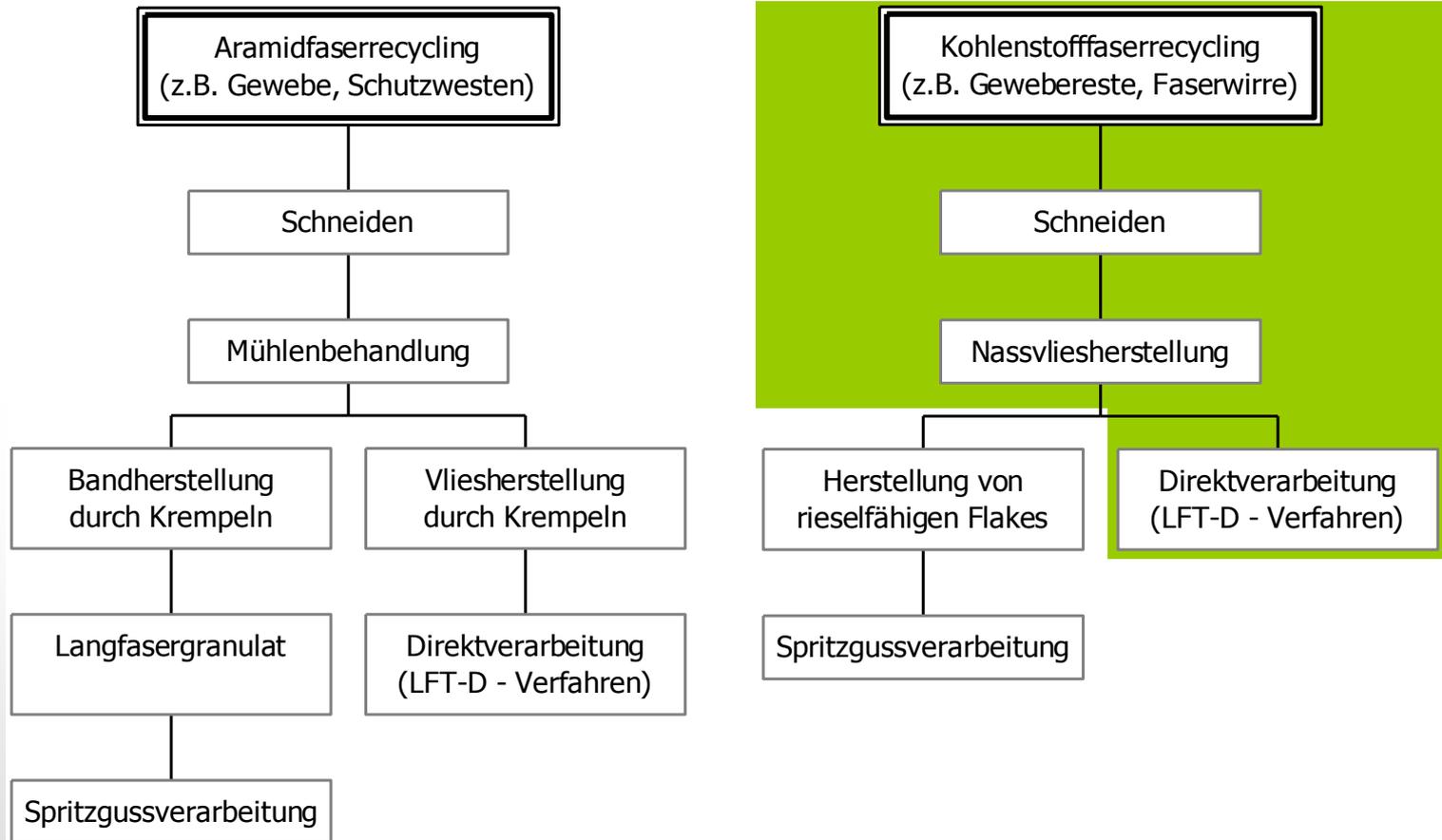


### Recyclingstrategien des TITK





### Recyclingstrategien des TITK





### Aufbereitung der Fasern für die Nassvliesherstellung

Ausgangsmaterial



Gelege



Faserwirre  
~ 50 mm



Guillotine-Schneide



Kohlenstofffasern für Nassvliesverfahren  
Ausgangsmaterial Faserwirre

Faserlänge 3 bis 12 mm



Glasfasern für orientierende Untersuchungen  
Ausgangsmaterial Restspule

Faserlänge 5 bis 12 mm



### Nassvliesanlage



- Arbeitsbreite 300 mm
- Bandgeschwindigkeit 1–10 m/min
- Wasserdurchsatz ab 500 l/min

### Verarbeitungsparameter

- Fasermischung → 50 Gew.-% PP-Faser / 50 Gew.-% Kohlenstoff- bzw. Glasfaser  
20 Gew.-% PP-Faser / 80 Gew.-% Kohlenstoff- bzw. Glasfaser
- Flächengewicht: ca. 170 g/m<sup>2</sup>
- Vliesbreite: ca. 300 mm
- Herstellung von Rollenware



### *Bandrockner*



- Arbeitsbreite 500 mm
- Bandgeschwindigkeit 1–5 m/min
- Luftgeschwindigkeit bis 10 m/s
- Temperatur max. 230 °C

### Verarbeitungsparameter

- Temperatur: 190 °C
- Luftgeschwindigkeit: 5 m/s
- Bandgeschwindigkeit: 1,75 m/min

 Nutzung Nassvliese mit 80 Gew.-% Verstärkungsfasergehalt



### *Nassvlieshalbzeug*



20 Gew.-% PP-Faser /  
80 Gew.-% Kohlenstofffaser

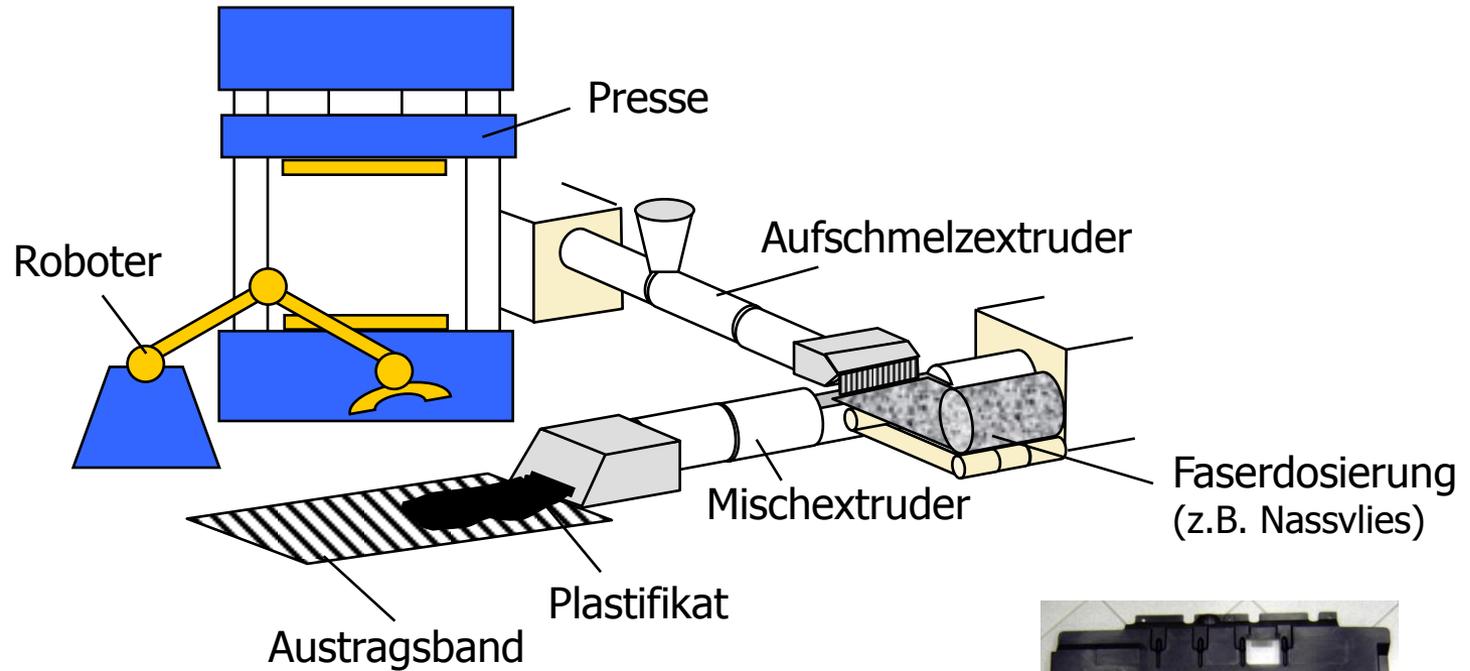
20 Gew.-% PP-Faser /  
80 Gew.-% Glasfaser



 Halbzeug für die Verarbeitung im LFT-D - Verfahren



### Schema der LFT-D - Technologie



Pkw-Unterboden





### Verarbeitung im LFT-D - Verfahren

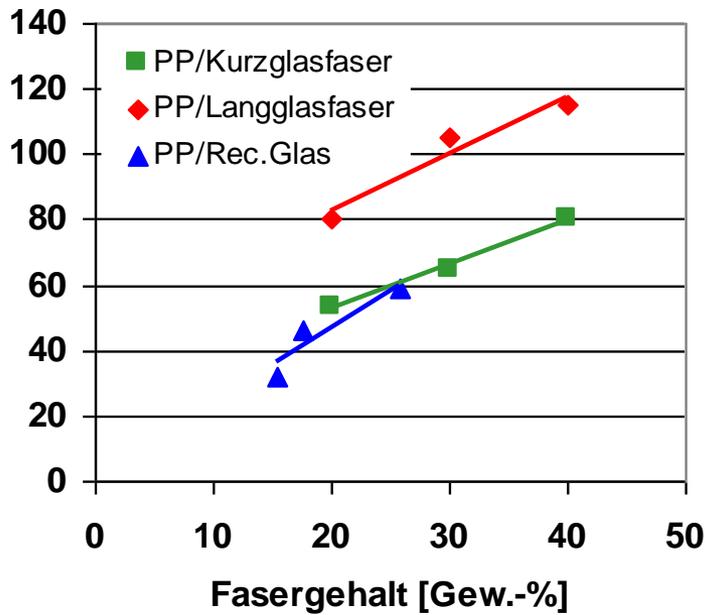


- Dieffenbacher-Anlage ZSG 75-320 mit Maschinenanpassung an Vliesdosierung
- Temperaturen
  - Aufschmelzextruder: 240 °C
  - Mischextruder: 240 °C
- eingestellte Verstärkungsfasergehalte von 15 bis 25 Gew.-% (Glasfaser)
- Verpressen des Plastifikats
- Plattenwerkzeug:
  - 310 x 310 x 2 [mm]
- Entnahme von Probekörpern für mechanische Prüfungen aus den Platten

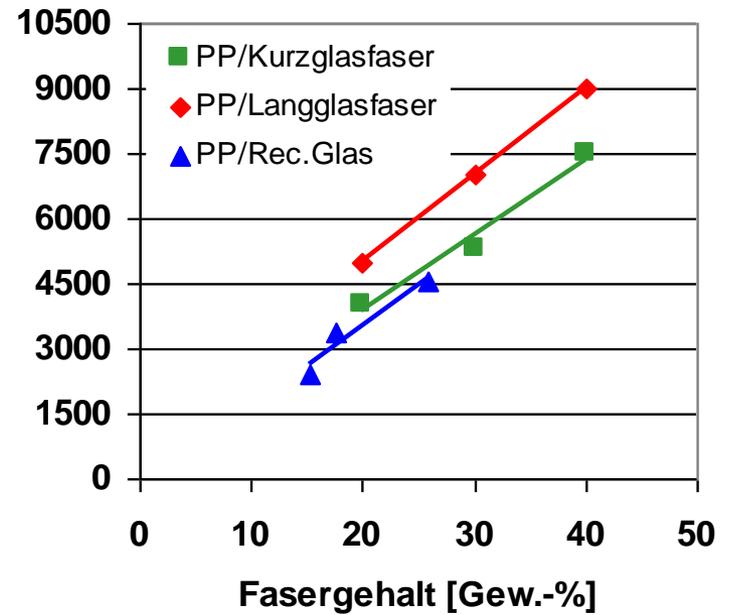


## Festigkeiten/Steifigkeiten PP/Rec.GF-Verbund

Zugfestigkeit [MPa]



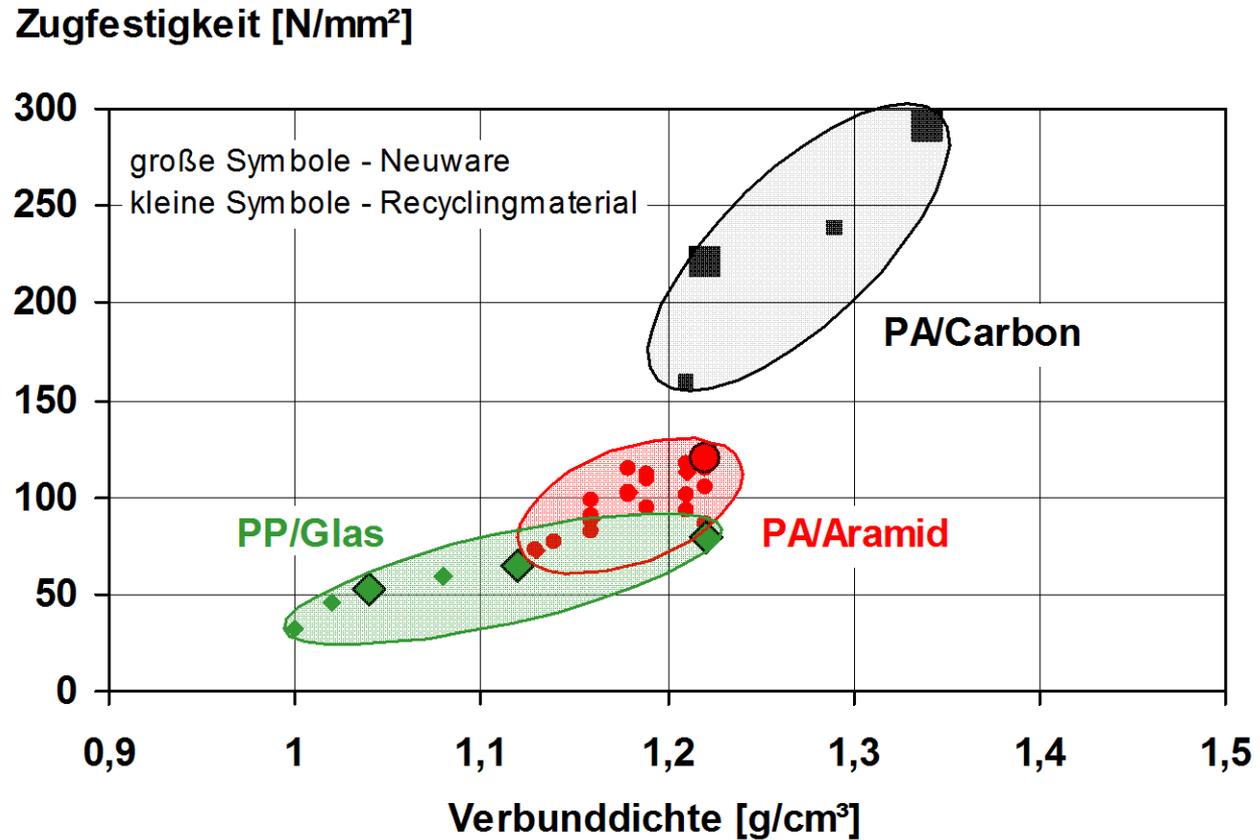
Zug-E-Modul [MPa]



➡ Rec.Verbunde erreichen Niveau der Kurzglasfaserverbunde



## Eigenschaftspotential verschiedener Recyclingfasern





### *Zusammenfassung*

- Bei Herstellung/Verarbeitung von Hochleistungsfasern entstehen große Abfallmengen
- Aufgrund hoher Faserpreise ist Recycling attraktiv
- Verwendung der Hochleistungsfaserabfälle in Kunststoffen durch Bereitstellung geeigneter Halbzeuge (Fasergranulat, Nassvlies)
- Problemlose Verarbeitung der Nassvliese im LFT-D – Verfahren
- Kennwerte zeigen hohes Leistungspotential von recycelten Fasern im Kunststoff



### *Ausblick*

- Untersuchungen zu Reibungs- und Verschleißverhalten von Recycling-Aramid verstärkten Kunststoffen
- Nassvliese aus Hochleistungs-Recyclingfasern als Deckvlies für Sandwichverbunde
- Nutzung von Nassvliesen auf Kohlenstofffaserbasis für Abschirmungsanwendungen



*Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!*