



# ReCeFa

## Faserverstärkter Verbundwerkstoff aus recycelten Cellulosefasern

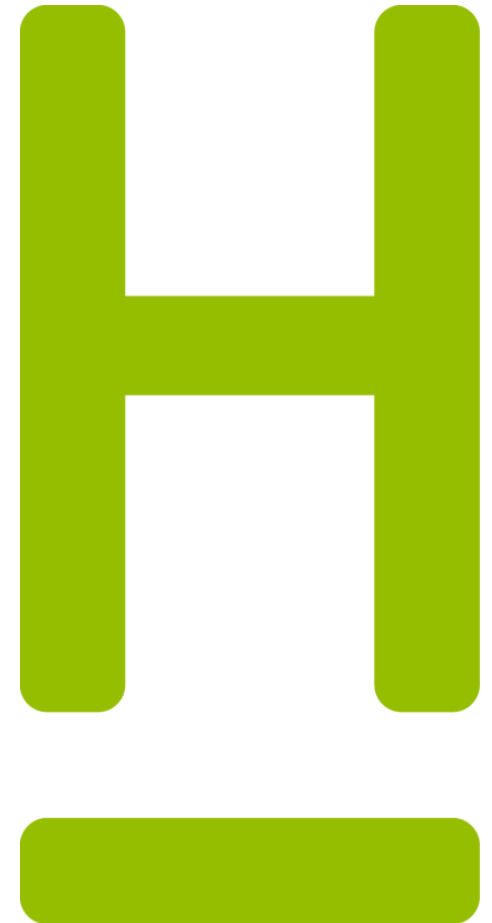
aus der IfBB-Webinarreihe: „Biowerkstoffe im Fokus!“  
unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Andrea Siebert-Raths  
Moderation: Dr. Lisa Mundzeck

**Anna Dörgens**

**15.10.2020**



© IfBB/Russo

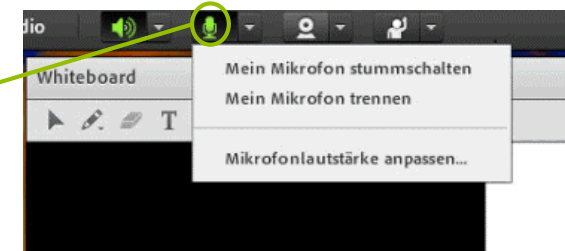




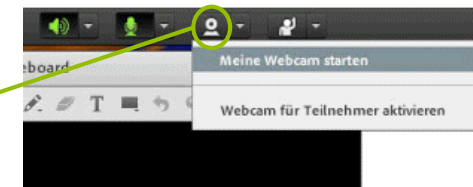
## Ablauf

- Dauer ca. 20 Minuten
- Webinar wird aufgezeichnet
- Anschluss-E-Mail mit ausführlichem Skript
- Fragen nach dem Vortrag: Module „Chat“ oder „Frage & Antworten“ nutzen
- Fragen werden am Ende des Vortrags beantwortet
- Diskussionsteilnahme mittels Headset oder Telefon (Anleitung rechts)

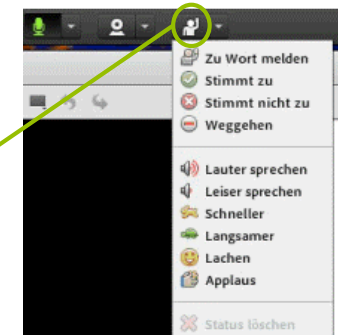
1. Zum Sprechen  
Mikrofon  
aktivieren.  
(ggf. seitens Moderation  
abgeschaltet.)



2. Für Video  
Webcam  
aktivieren.  
(ggf. seitens  
Moderation  
abgeschaltet.)



3. Wort- und  
Rückmeldungen für  
Referenten mittels  
Feedbackwerk-  
zeugen



**Wenn Sie mich NICHT hören können, versuchen Sie bitte telefonisch unter der folgenden Rufnummer am Webinar teilzunehmen: +49 30 200 97936405**



# ReCeFa

## Faserverstärkter Verbundwerkstoff aus recycelten Cellulosefasern

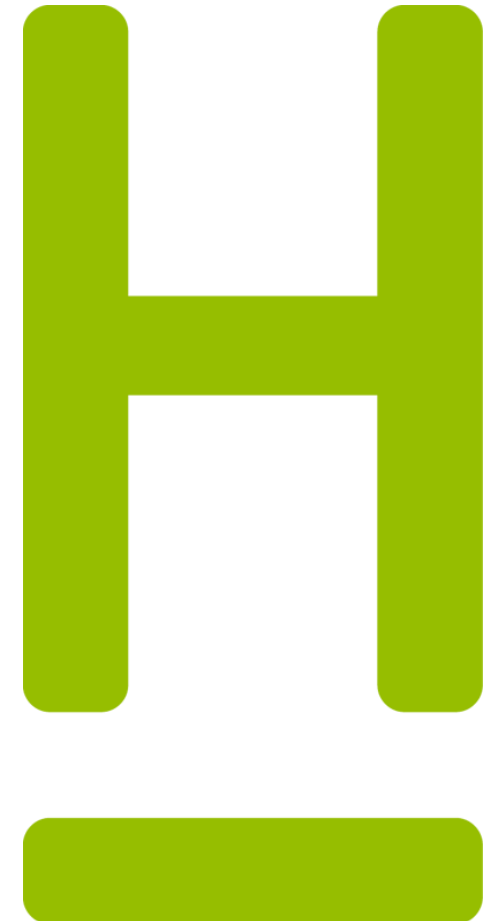
aus der IfBB-Webinarreihe: „Biowerkstoffe im Fokus!“  
unter der Leitung von Prof. Dr. Andrea Siebert-Raths

Anna Dörgens

15.10.2020



© IfBB/Russo





- **PROJEKTÜBERBLICK**
- **MOTIVATION UND HERAUSFORDERUNGEN**
- **GRUNDLAGEN UND ERSTE SCHRITTE**

# Verbundprojekt ReCeFa



**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

**Entwicklung eines neuen, faserverstärkten Verbundwerkstoffs aus recycelten Cellulosefasern mit Längen um 2 mm in Verbindung mit (Bio-)Polymeren oder Rezyklatkunststoffen sowie der notwendigen Compoundierungs- und Spritzgussprozesse**

- Laufzeit: 2020-2021
- Förderung: BMWi
- Förderlinien: Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM)
- Kooperations- und Verbundpartner: Barthmann Recycling GmbH und Oberpfälzer Kunststofftechnik GmbH
- Ziele:
  - Dosierbarkeit und schonende Weiterverarbeitbarkeit der Cellulosefasern
  - Compound, bestehend aus langen Cellulosefasern mit homogener Fasergrößenverteilung, welche analog zu Glasfasern als Verstärkungselemente in Kombination mit einem Matrixwerkstoff agieren
- Teilvorhaben des IfBB: Entwicklung innovativer Langfaser-Cellulose-Rezepturen auf Basis biobasierter Rohstoffe und Additive, Charakterisierung der entwickelten Langfaser-Cellulose-Compounds durch mechanische Prüfungen sowie thermische und rheologische Analysen

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



# Motivation

- **Alternative zu erdölbasierter Matrix**
  - Recycelte Polymere
  - Biobasierte Polymere
- **Alternative zu WPC**
  - WPC nutzt Holzmehl oder kurze Fasern
    - Verstärkungswirkung der Holzfasern wird nicht ausgeschöpft
- **Kaskadennutzung**
  - Cellulosefaser als Abfallprodukt z.B. aus Fehlchargen von Hygieneprodukten
  - Kreislaufführung des Werkstoffs und somit Vermeidung der Verbrennung
- **gestiegenes ökologisches Bewusstsein in der Gesellschaft**



**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

# Herausforderungen

- **Dosierung**
  - Cellulosefasern neigen zu starker Brückenbildung
- **Schädigung der Fasern bei der Compoundierung**
  - Scherkräfte
  - hohe Temperaturen (Zersetzungstemperatur von Cellulose  $>200\text{ °C}$ )
- **ausreichende Haftung zwischen Fasern und Matrixpolymer**
- **Einhaltung gleichbleibender Produktqualität**
  - Cellulose aus Abfallstoffen

# Konsortium und Projektablauf







# Grundlage: Cellulose

**Cellulosefaser** = Pflanzenfasern mit Hauptbestandteil Cellulose

Nach Lösen und Fälen der natürlichen Cellulose erhält man die stabile Regeneratcellulose

**Celluloseregeneratfaser** (auch **Regeneratcellulose**-Fasern) = synthetische Cellulosefasern, chemisch hergestellt, z.B. Viskose, Lyocell, Modal, Cupro, Acetat und Triacetat

	Vorteile	Nachteile
Cellulose	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cellulose ist am häufigsten vorkommende Biomolekül</li><li>• Hohe spezifische Stärke</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• nimmt Feuchtigkeit auf (hydrophil) → geeignet trocknen damit Faser-Matrix-Haftung und Spannungszustände in Grenzen gehalten werden</li><li>• Qualität je nach Herkunft</li><li>• wenig witterungsbeständig</li></ul>
Viskose	<ul style="list-style-type: none"><li>• Flächenkonstruktion kann beeinflusst werden</li><li>• sehr gute Feuchtigkeitsaufnahme (besser als Baumwolle)</li><li>• feine und weiche Fasern, angenehm auf Haut</li><li>• sehr geringe elektrostatische Aufladung</li><li>• Textilien lassen sich sehr gut färben und bedrucken, Farben wirken brillant</li><li>• können seidig glänzend hergestellt werden</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• die Scheuerfestigkeit ist gering (nass noch geringer), dadurch schneller Verschleiß</li><li>• schlechte Säuren- und Laugenbeständigkeit (Vorsicht beim Waschen)</li><li>• geringe Elastizität, dadurch knitteranfällig</li><li>• bei längerer Feuchtigkeit können Stockflecken entstehen</li></ul>

# Grundlage: Thermoplaste



**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

\*Durchschnittswerte; Legende: Farbe repräsentiert Eignung aufgrund der Verarbeitungstemperatur

Klassen von thermoplastischen Biopolymeren und konventionellen Polymeren	Spezifisches Verarbeitungstemperaturfenster * (bezogen auf Doppelschneckenextrusion) [°C]	
Bio PA - biobasiertes Polyamid	200 – 280	Red
Bio PE - biobasiertes Polyethylen	150 – 190	Green
Bio PET – biobasiertes Polyethylenterephthalat	250 – 260	Red
CA – Celluloseacetat	160 – 230	Yellow
Cellulose Derivate	180 – 210	Yellow
PHBV - Polyhydroxybutyrat-cohydroxyvaleriat	130 – 180	Green
PLA – Polymilchsäure	180 – 200	Yellow
PLLA - Poly-L-Milchsäure	190 – 200	Yellow
PHA – Polyhydroxyalkanoat	160 – 175	Green
ABS - Acrylnitril-Butadien-Styrol	170 - 230	Yellow
PA - petrochemisches Polyamid	200 – 280	Red
PC – Polycarbonat	220 – 230	Red
PE – petrochemisches Polyethylen	150 – 190	Green
PET - petrochemisches Polyethylenterephthalat	250 – 260	Red
PP - Polypropylen	150 – 175	Green
PS - Polystyrol	190 – 230	Red
PVC - Polyvinylchlorid	160 – 180	Green
rPP – rezykliertes Polypropylen	125 - 170	Green



# Grundlage: PP Compounds/rPP

## Diverse PP Compounds auf dem Markt, gegen die man sich behaupten müsste, u.a.:

Biowert FlaxPP, ECOPLANE T10 NERO, RSH PP 1080 i, REFRA P760, PP 2131, PALPROP® R C 05 GF 40, etc.

## Diverse rPP Typen auf dem Markt der Firmen/Bezugsquellen, u.a.:

mtm-plastics, lh-plastics, Rissland Kunststoffe GmbH, CPE Entsorgung GmbH, etc.

Material	Purpolen
Hersteller	mtm Plastics
Zug E-Modul [MPa]	$\geq 1100$
Zugfestigkeit [MPa]	$\geq 24$
Bruchdehnung [%]	$\geq 18$
Biegefestigkeit [MPa]	--
Schlagzähigkeit [kJ/mm <sup>2</sup> ]	$\geq 6,5$
Schmelzpunkt [°C]	
MFR [g/10 min]	$\geq 20$
Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	0,916

Resin	Filler	Impact strength	Tensile strength	Tensile modulus	Comments
Plastic waste (PE and PP)	Wood flour	2.9–6.2 kJ/m <sup>2</sup> Unnotch	6–13 MPa	2.3–3.9 GPa	MAPE compatibilization and lubricant utilization
PP	Wood, poultry litter biochar	8.1 kJ/m <sup>2</sup> Notch	27 MPa	4.3 GPa	Hybrid biocomposites–MAPP compatibilization
PP	Flax fiber	751 J/m Unnotch	40 MPa	6.5 GPa	Needle-punch fiber mat composite

Quelle: Amar K. Mohanty, Singaravelu Vivekanandhan, Jean-Mathieu Pin, Manjusri Misra (2018). Composites from renewable and sustainable resources: Challenges and innovations. Science 02 Nov 2018: Vol. 362, Issue 6414, pp. 536–542.

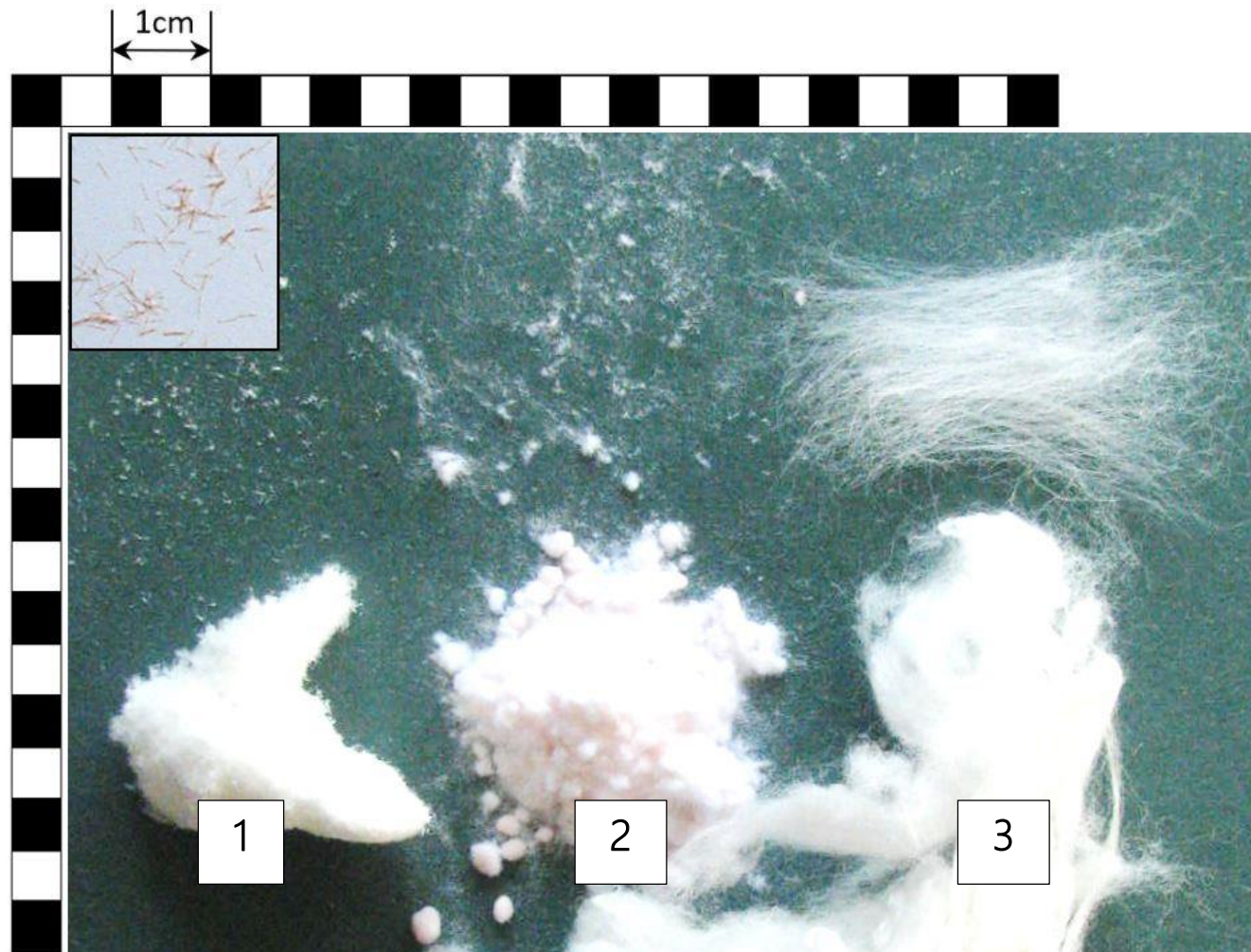
# Cellulosefasern im Projekt



**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

- nicht abgebildet: Probe 4 und 5





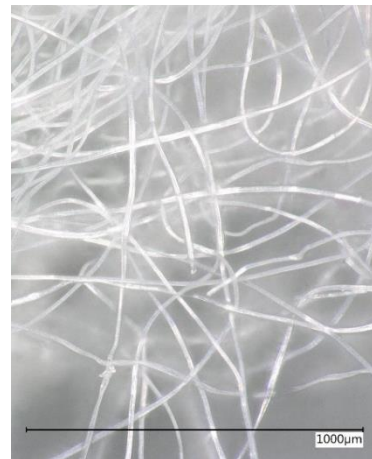
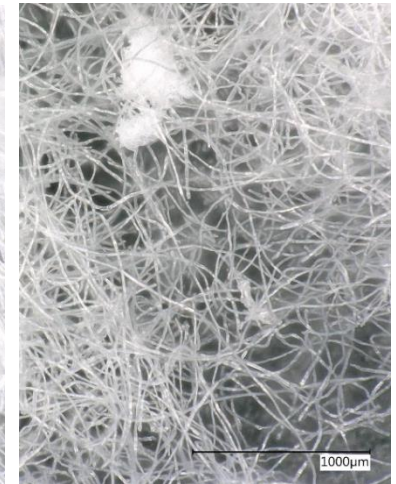
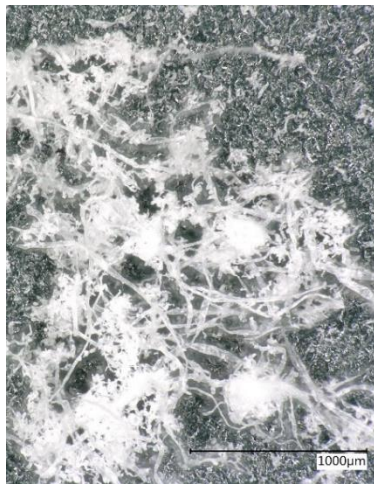
# Cellulosefasern im Projekt



**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

v.l.n.r. Probe 1–5



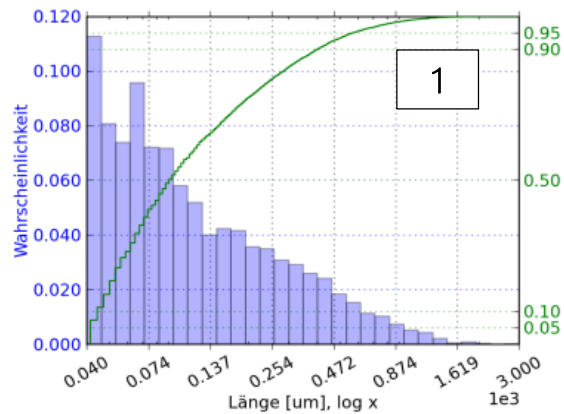
# Fibreshape Ergebnisse



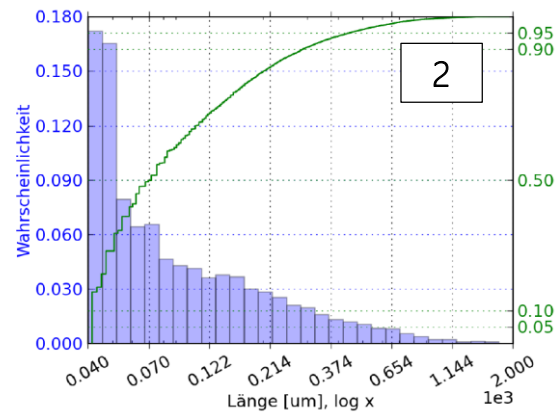
**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

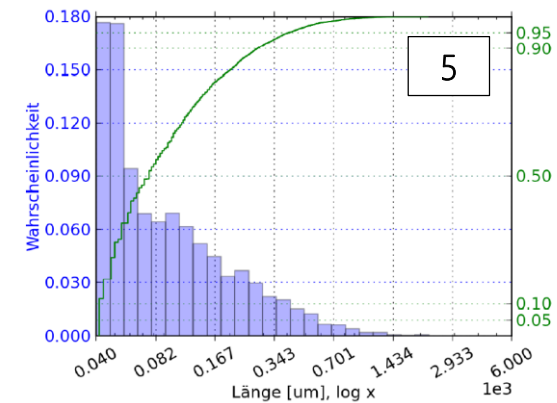
Länge, gewichtet mit Anzahl



Länge, gewichtet mit Anzahl



Länge, gewichtet mit Anzahl



LÄNGE	90% Perzentil	Median	Mittel	Std.Abw.	rel. Abw.
Probe	[ $\mu\text{m}$ ]	[ $\mu\text{m}$ ]	[ $\mu\text{m}$ ]	[ $\mu\text{m}$ ]	[%]
Referenz	2063,8	1924,0	2151,9	700,5	33%
1	660,1	125,6	96,7	60,4	62%
2	289,5	71,7	53,6	19,5	36%
5	282,2	76,4	60,1	30,7	51%

# Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



© IfBB/Russo

## Kontakt

Anna Dörgens

Hochschule Hannover

IfBB – Institut für Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe

Heisterbergallee 10A

30453 Hannover

Tel. 0511-9296-2284 / 2817

E-Mail: [anna.doergens@hs-hannover.de](mailto:anna.doergens@hs-hannover.de)

[www.ifbb-hannover.de](http://www.ifbb-hannover.de)



## IfBB

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



# Anhang:

## Orientierung zur Auslegung/Formulierung



**IfBB**

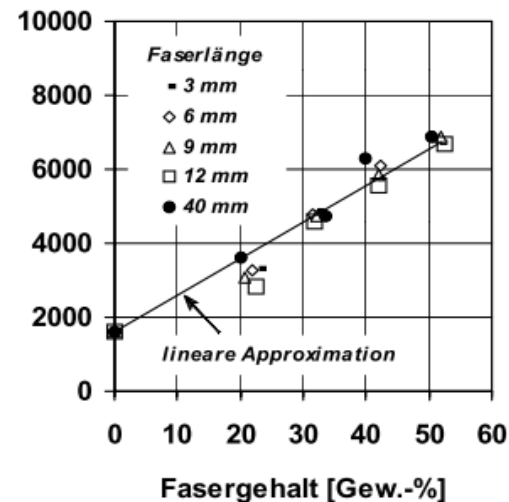
Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

Tabelle: Relative Bedeutung von Fasern und Matrix für Verbundeigenschaften (Chokri 2011: Textile Werkstoffe für den Leichtbau).

	Faser	Matrix
<b>Mechanische Eigenschaften</b>		
Steifigkeit	3	1
Festigkeit	3	1
Ermüdung	3	1
Schadenstoleranz	1	3
Impactverhalten	3	1
Thermomechanische Eigenschaften	3	1
Faser-Matrix-Haftung	2	2
<b>Physikalische Eigenschaften</b>		
Korrosionsverhalten	1	3
Temperaturbeständigkeit	0	4
Chemische Beständigkeit	0	4
Elektrische Eigenschaften	2	2
<b>Verarbeitungseigenschaften</b>	0	4

0: 0 %, 1: 25 %, 2: 50 %, 3: 75 %, 4: 100 %

**Zug-E-Modul [N/mm<sup>2</sup>]**



**Zug-E-Modul [N/mm<sup>2</sup>]**

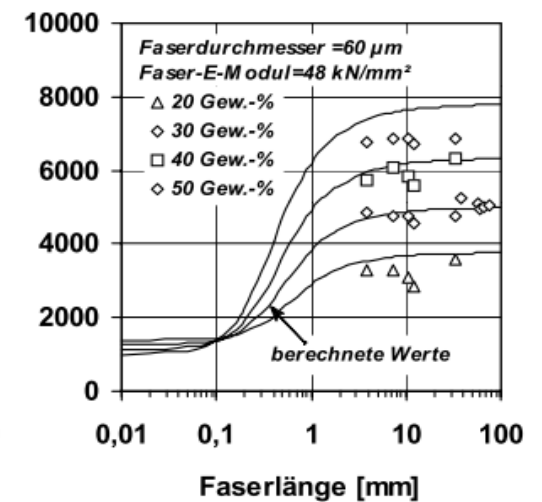


Abbildung: Dissertation Reußmann