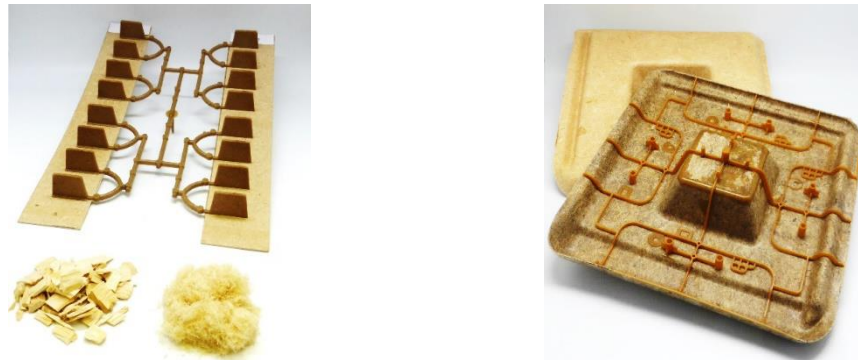


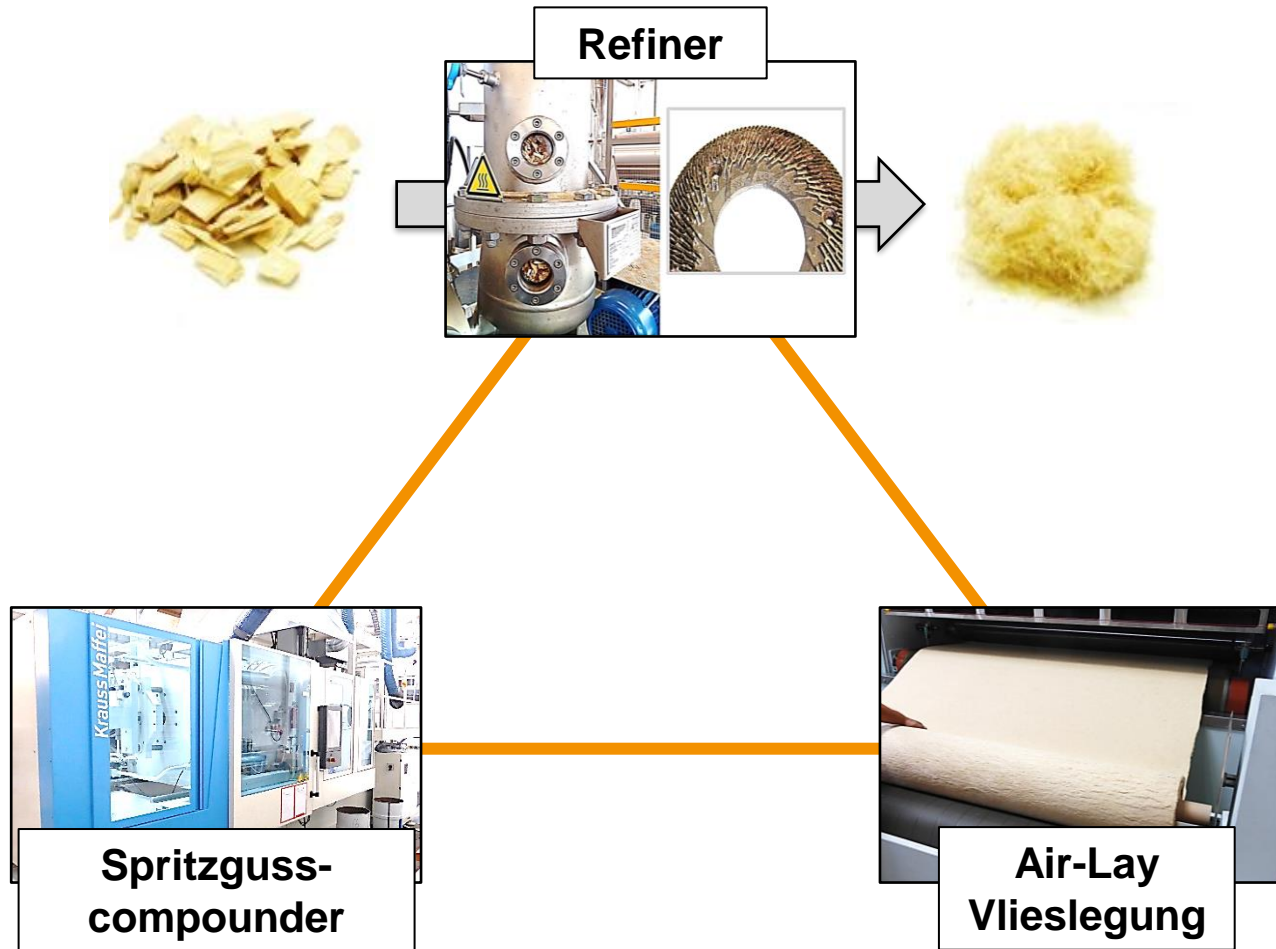
# Hybridverbundstrukturen mit nachwachsenden Rohstoffen in Form von Natur- und Holzfasern



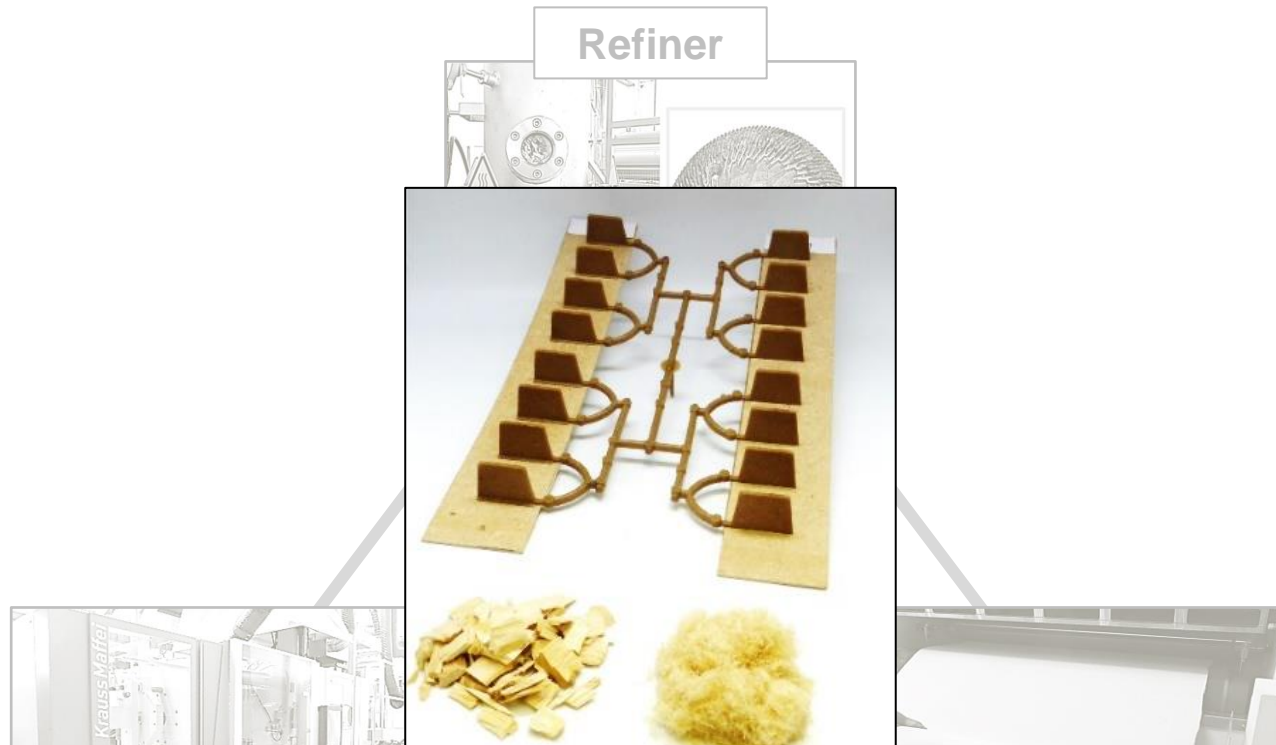
## 1. Rosenheimer Kunststoffkolloquium

05.03.2024

Frederik Obermeier



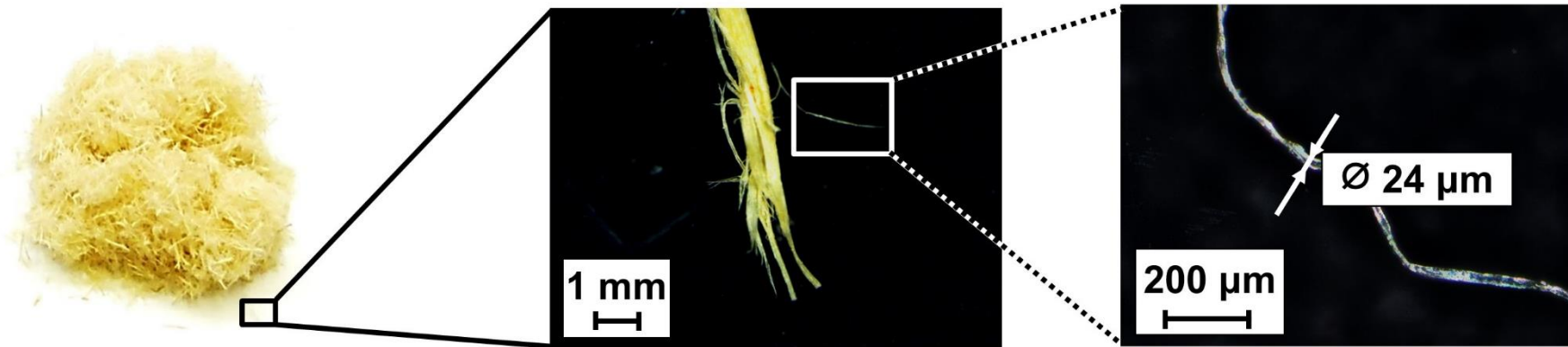
*Im Sinne der nationalen Bioökonomiestrategie werden mit der Forschungsanlage MUNACU und weiteren Firmen thermoplastische Faserverbundkunststoffe mit Holzfasern untersucht*



- ◆ Leichtbaupotential, Verwendung nachwachsender Rohstoffe und vorteilhafte Ökobilanz
- ◆ “Einstoff-Lösung”, lokal verfügbar und geringe Rohstoffrisiken
- ◆ Lücke im Stand der Wissenschaft und Technik zu dieser Materialkombination in dieser Technologiekombination [Bledzki et al. 2012; Müssig 2010; Carus und Partanaen 2019]

Faser	Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	Zugfestigkeit [MPa]	Zugmodul [GPa]
Fichte	1,5	1000	40
Flachs	1,5	350-1000	28
Sisal	1,5	500-600	10 - 22
E-Glas	2,5	2000 - 3500	70

*Mechanische Eigenschaften von Verstärkungsfasern im Vergleich [Bledzki et al. 2002]*



*Übersichtsbild einiger thermo-mechanisch hergestellter Fasern aus Fichte (links), Mikroskopie eines Faserbündels aus Fichte (Mitte), Mikroskopie einer Einzelfaser aus Fichte (rechts)*

## Thermoplastische Hybridverbunde mit Glas- oder Naturfasern



Hybrid mit Organoblech  
*[Borealis 2015]*



Hybrid mit Organoblech  
ElringKlinger  
*[Hummel et al. 2019]*



Hybrid mit PE, UD-Flachsfaser  
*[Quali et al. 2017]*



Hybrid mit PP, Naturfaser  
*[Yanfeng Automotive Interiors 2022]*

## Pressbauteile mit Holzfasern



Holzfasern mit Thermo- und  
Duroplast, Lignotock von  
Faurecia  
*[Huda et al. 2008]*



Holzfasern mit Thermo- und  
Duroplast, Fibrowood von JC  
*[Salit et al. 2015]*

Thermoplastische Hybridverbunde  
mit Glas- oder Naturfasern

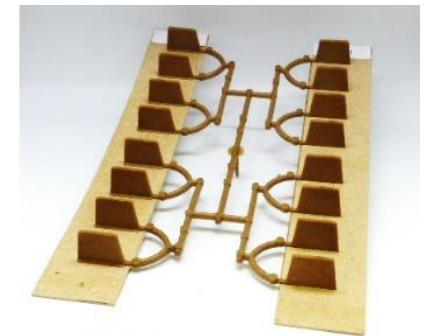
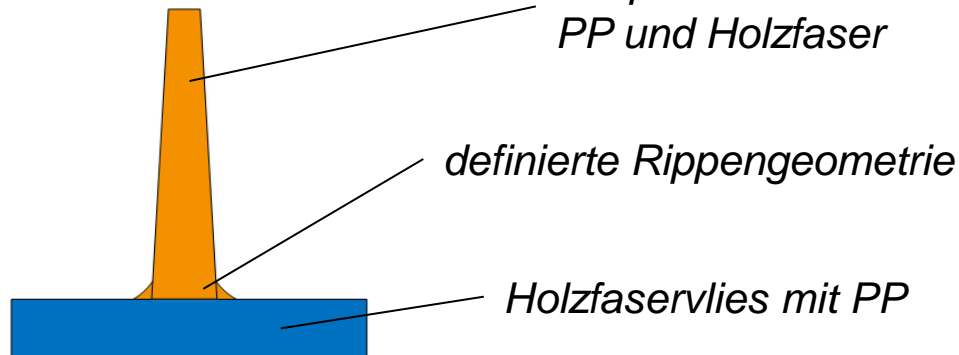
Pressbauteile  
mit Holzfasern

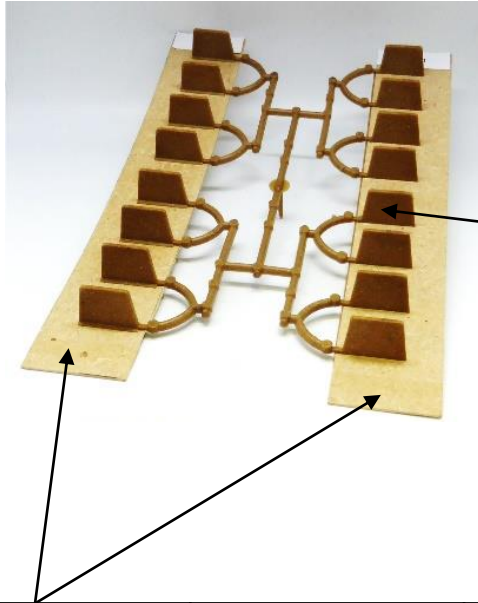


## Zielsetzung:

Hybridverbundstrukturen mit Holz- und Naturfasern

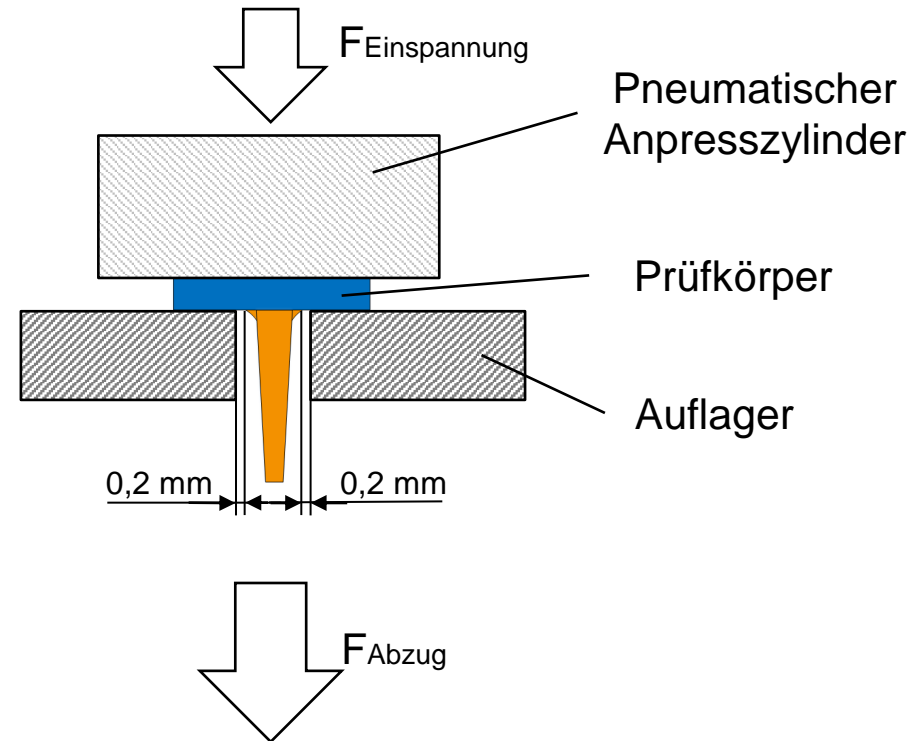
**Verbundhaftung?**





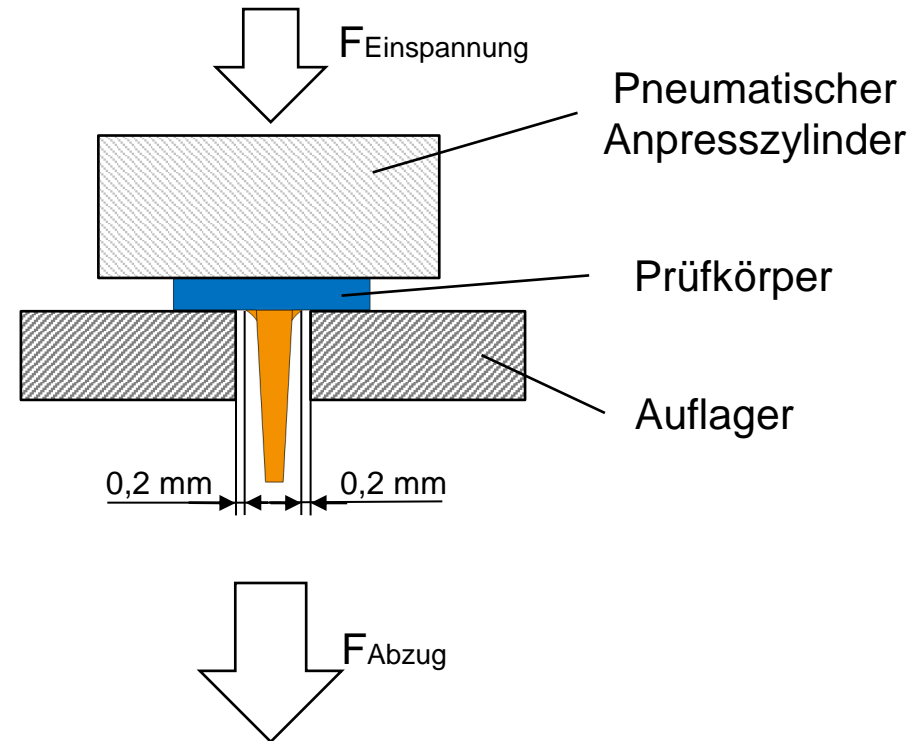
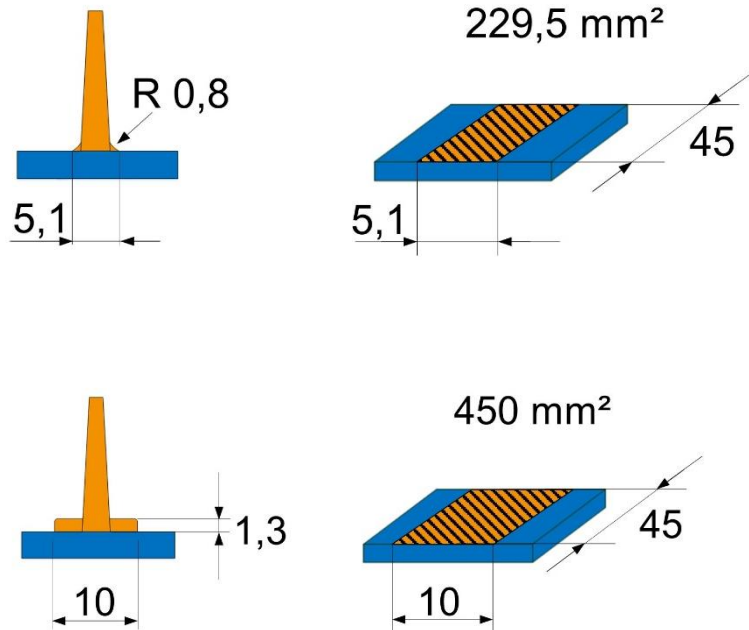
	<b>Direkt-Compound</b>
<b>Holzfaser</b>	Fichte 20 Gew.-%
<b>Matrix</b>	PP Homopolymer
<b>Haftvermittler</b>	PP-g-MAH 3 Gew.-%
<b>Zugmodul [MPa]</b>	2940 ± 210
<b>Zugfestigkeit [MPa]</b>	42 ± 3
<b>MFR (10 kg; 170°C)</b>	12 ± 1

	<b>Faser</b>	<b>Matrix</b>	<b>Flächengewicht [g/m<sup>2</sup>]</b>	<b>Zugmodul [MPa]</b>	<b>Zugfestigkeit [MPa]</b>
<b>Naturfaservlies (Benchmark)</b>	Kenaf, Hanf 50 Gew.-%	PP Faser 50 Gew.-%	1800 ± 50	2900 ± 200	28 ± 2
<b>Holzfaservlies</b>	Fichte 50 Gew.-%	PP Faser 50 Gew.-%	1920 ± 40	2950 ± 60	28 ± 2

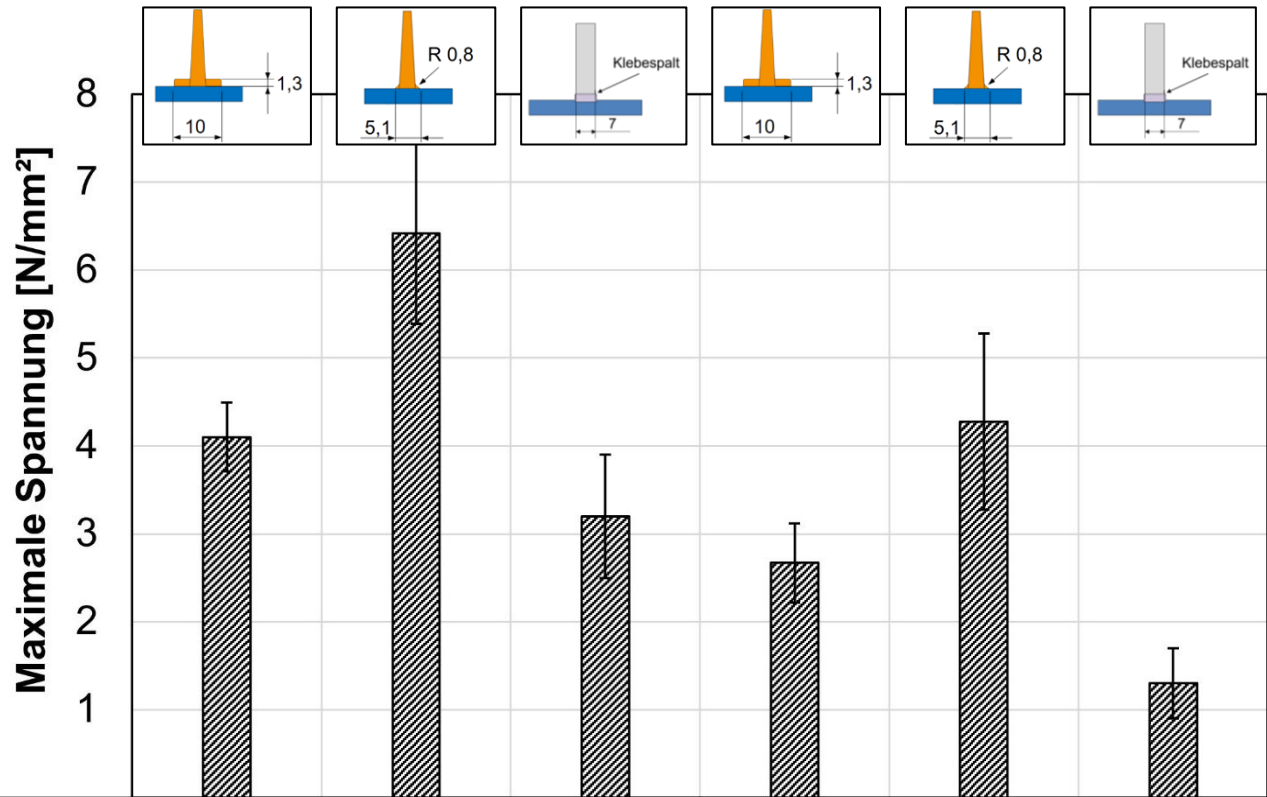
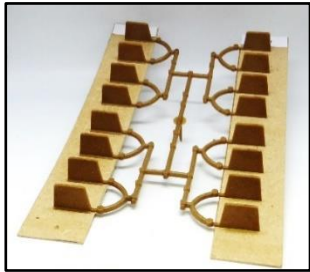


*Kopf-Zug-Versuch,  $v_{\text{Abzug}} = 10 \text{ mm/min}$ , isobare pneumatische Einspannung, Zwick/Roell Standprüfmaschine Z020*



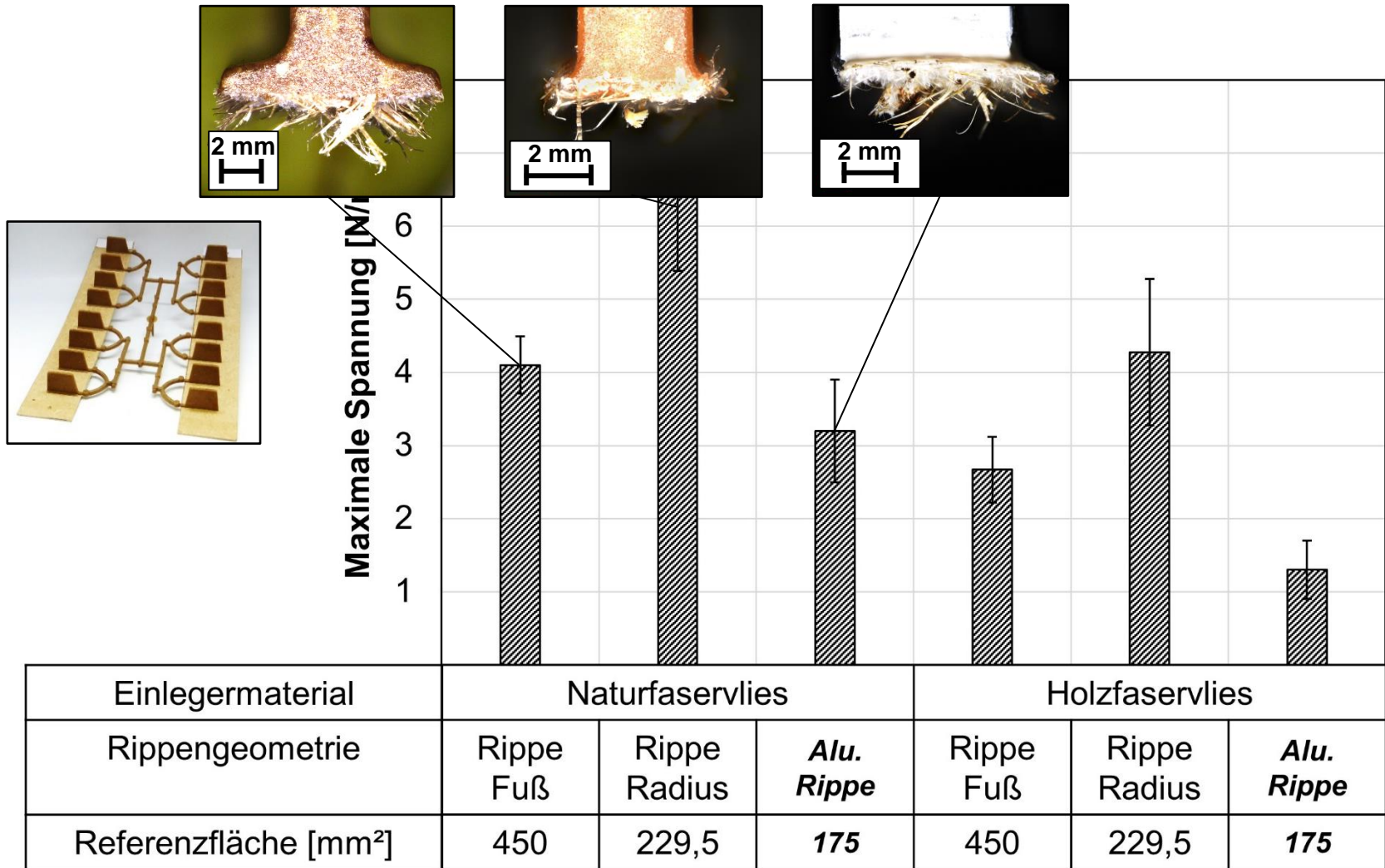


*Kopf-Zug-Versuch,  $v_{\text{Abzug}} = 10 \text{ mm/min}$ , isobare pneumatische Einspannung, Zwick/Roell Standprüfmaschine Z020*

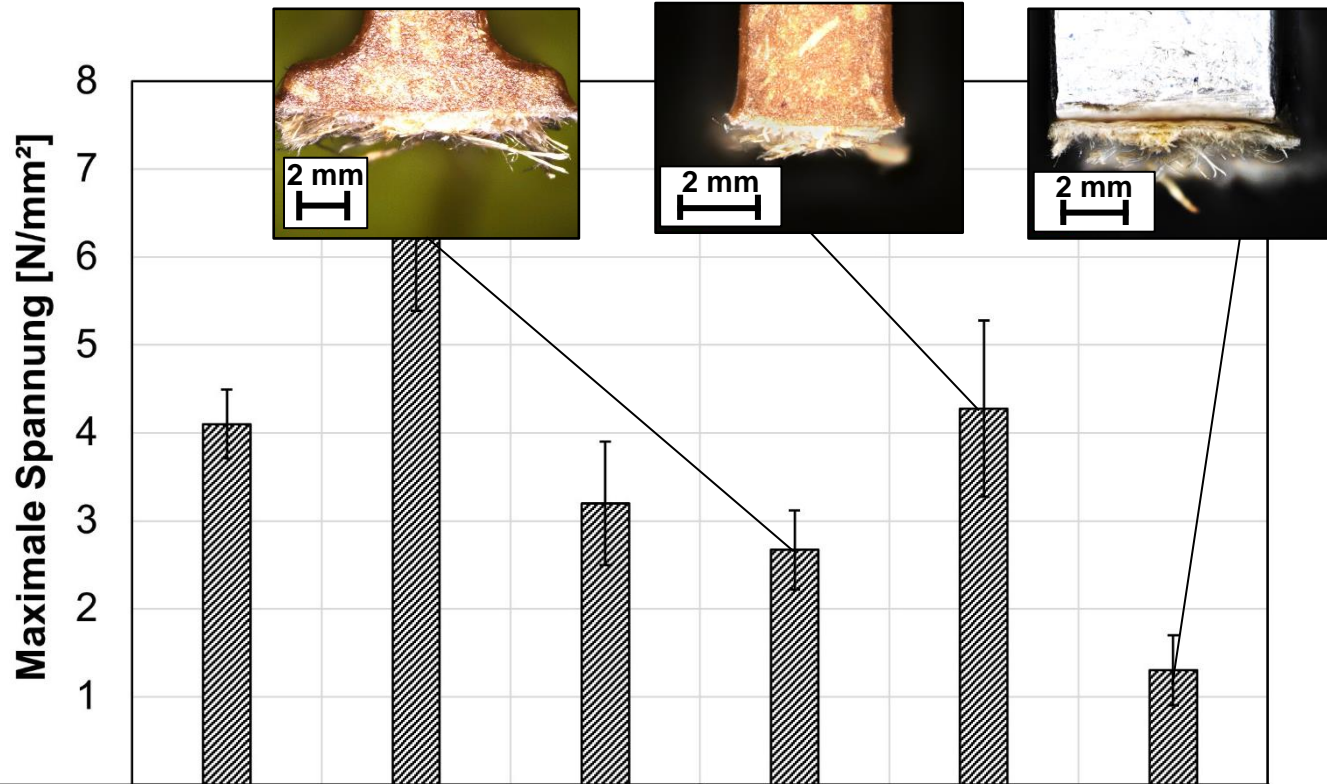
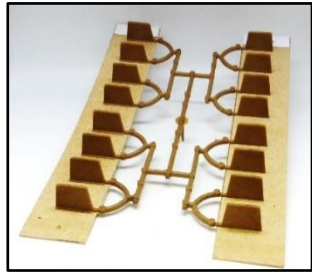


Einlegermaterial	Naturfaservlies			Holzfaservlies		
Rippengeometrie	Rippe Fuß	Rippe Radius	<i>Alu. Rippe</i>	Rippe Fuß	Rippe Radius	<i>Alu. Rippe</i>
Referenzfläche [mm <sup>2</sup> ]	450	229,5	<b>175</b>	450	229,5	<b>175</b>

Kopf-Zug-Versuch, Kerntemperatur der Vliese 170 °C,  $n = 5 \pm SD$ , Spritzgussmaterial Direkt-Compound mit 20 Gew.-% Holzanteil, Variation der Rippengeometrie

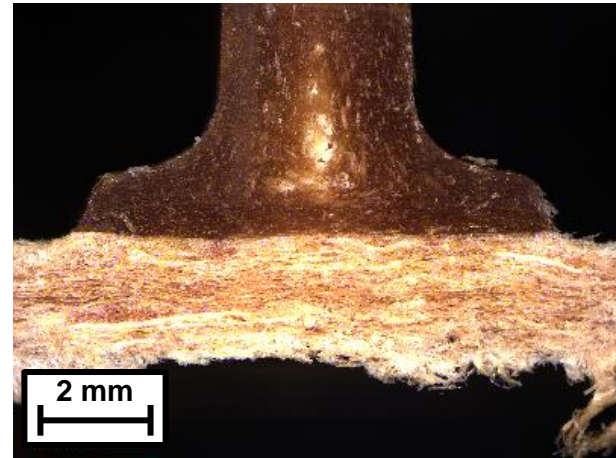
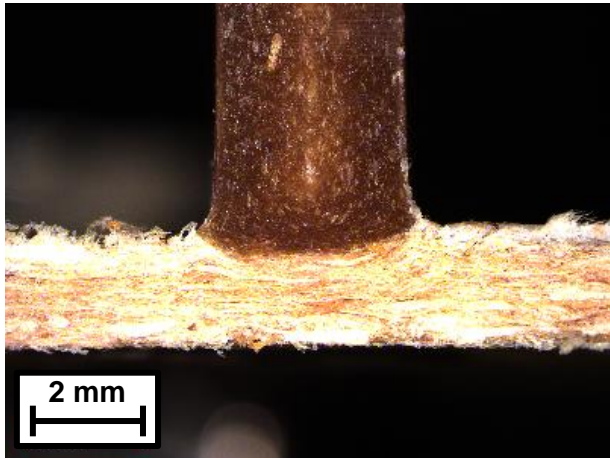


Kopf-Zug-Versuch, Kerntemperatur der Vliese 170 °C,  $n = 5 \pm SD$ , Spritzgussmaterial Direkt-Compound mit 20 Gew.-% Holzanteil, Variation der Rippengeometrie

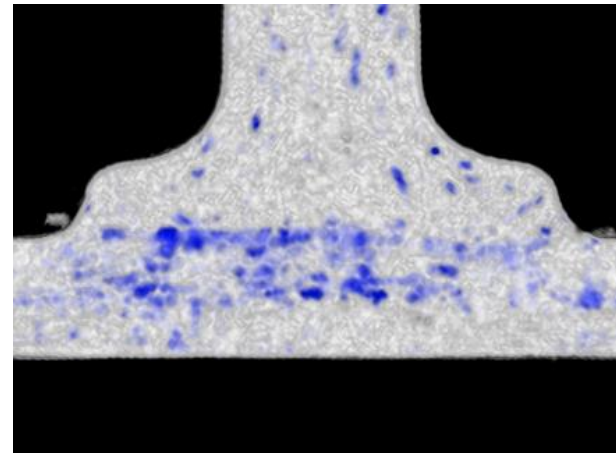
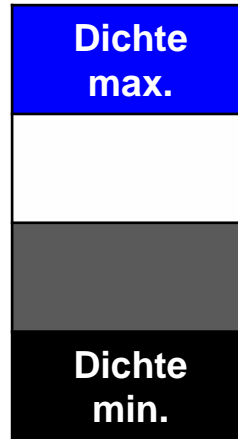
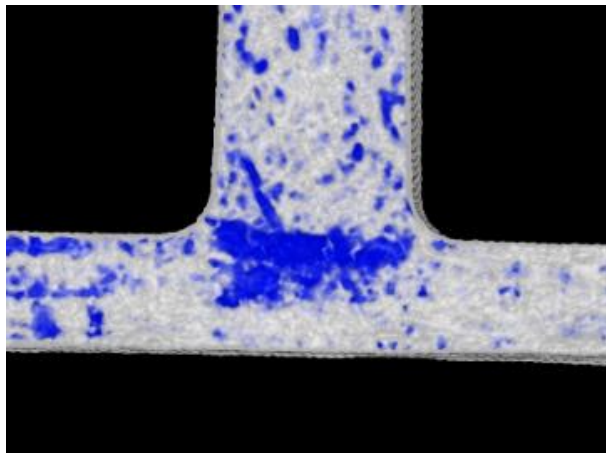


Einlegermaterial	Naturfaservlies			Holzfaservlies		
Rippengeometrie	Rippe Fuß	Rippe Radius	Alu. Rippe	Rippe Fuß	Rippe Radius	Alu. Rippe
Referenzfläche [mm²]	450	229,5	175	450	229,5	175

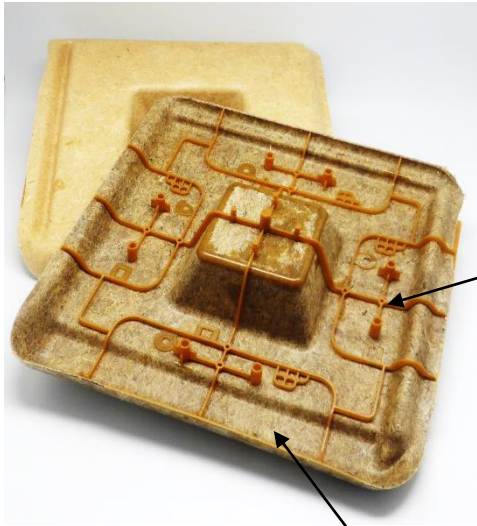
Kopf-Zug-Versuch, Kerntemperatur der Vliese 170 °C,  $n = 5 \pm SD$ , Spritzgussmaterial Direkt-Compound mit 20 Gew.-% Holzanteil, Variation der Rippengeometrie



*Mikrotomschnitt, Aufsicht, Holzfaservlies angespritzt mit Direkt-Compound, Rippe mit Radius (links), Rippe mit Fuß (rechts)*

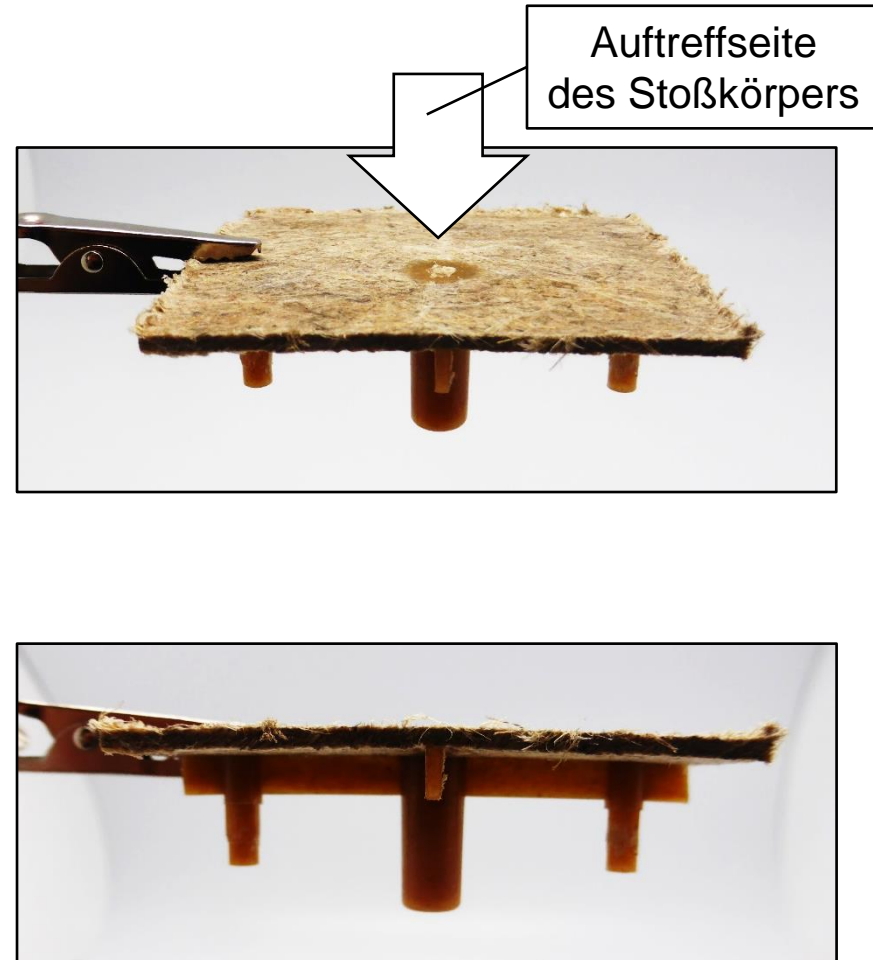


*Computertomographie, maximale Dichte in blau, Holzfaservlies angespritzt mit Direkt-Compound, Rippe mit Radius (links), Rippe mit Fuß (rechts)*

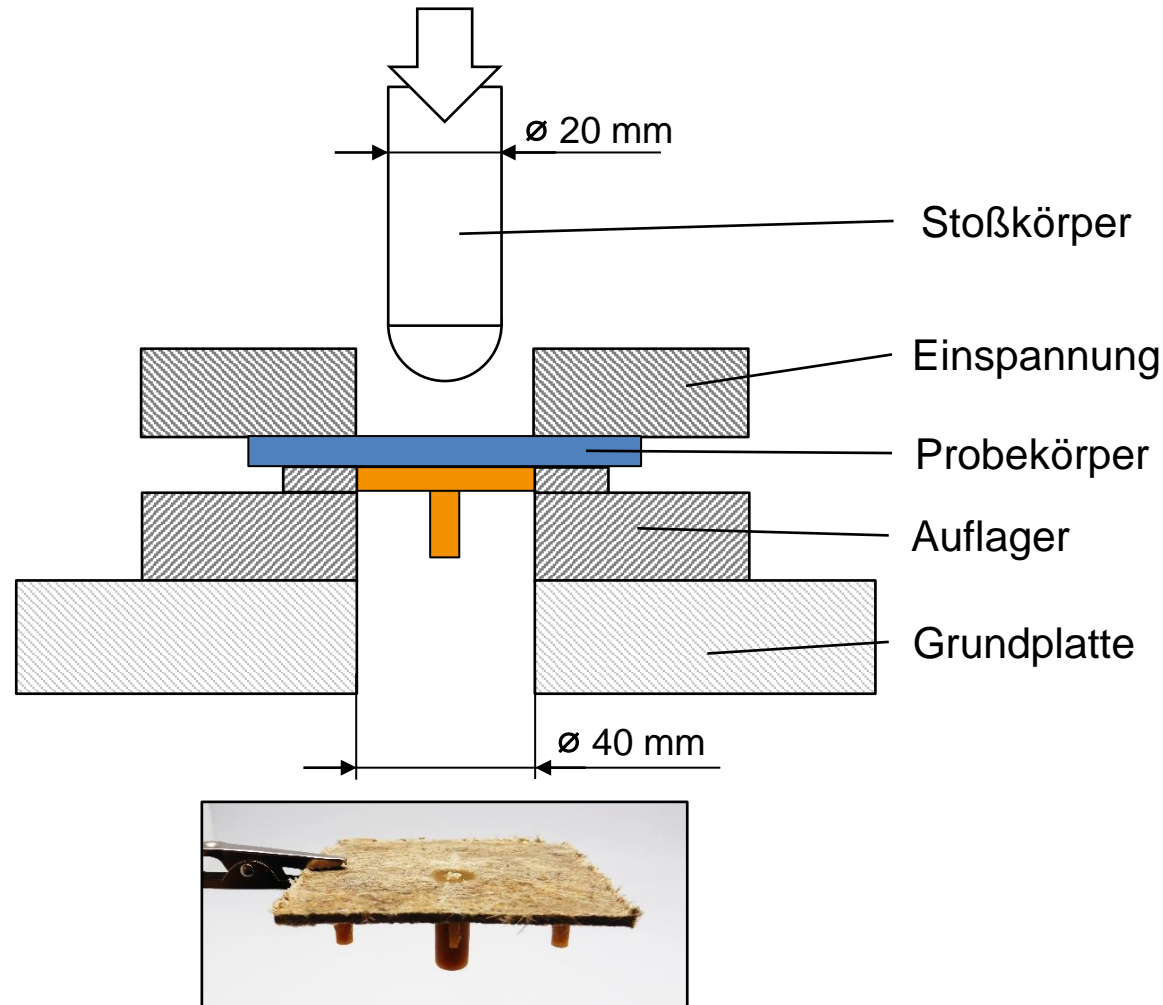
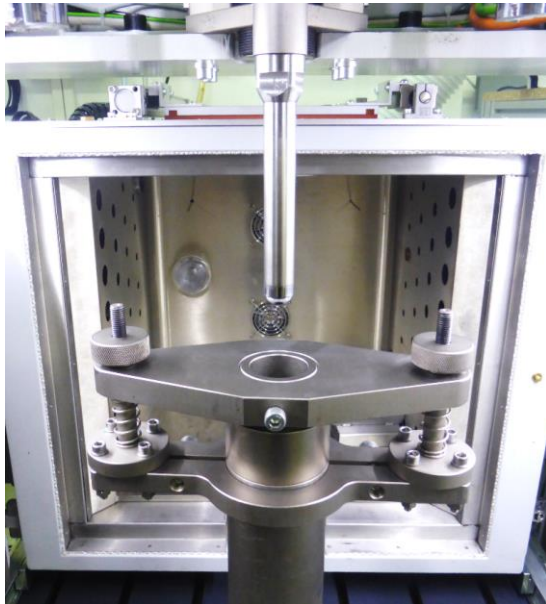


	WPC (Benchmark)
<b>Holz</b>	Fichte, Tanne 20 Gew.-%
<b>Matrix</b>	PP Homopolymer
<b>Additive</b>	Haftvermittler 1,2 Gew.-%
<b>Zugmodul [MPa]</b>	3010 ± 50
<b>Zugfestigkeit [MPa]</b>	39 ± 1
<b>MFR</b> (10 kg; 170°C)	20 ± 1

	Faser	Matrix	Flächengewicht [g/m <sup>2</sup> ]	Zugmodul [MPa]	Zugfestigkeit [MPa]
<b>Naturfaservlies</b> (Benchmark)	Kenaf, Hanf 50 Gew.-%	PP-Faser 50 Gew.-%	1800 ± 50	2900 ± 200	28 ± 2
<b>Holzfaservlies</b>	Fichte 50 Gew.-%	PP-Faser 50 Gew.-%	1920 ± 40	2950 ± 60	28 ± 2

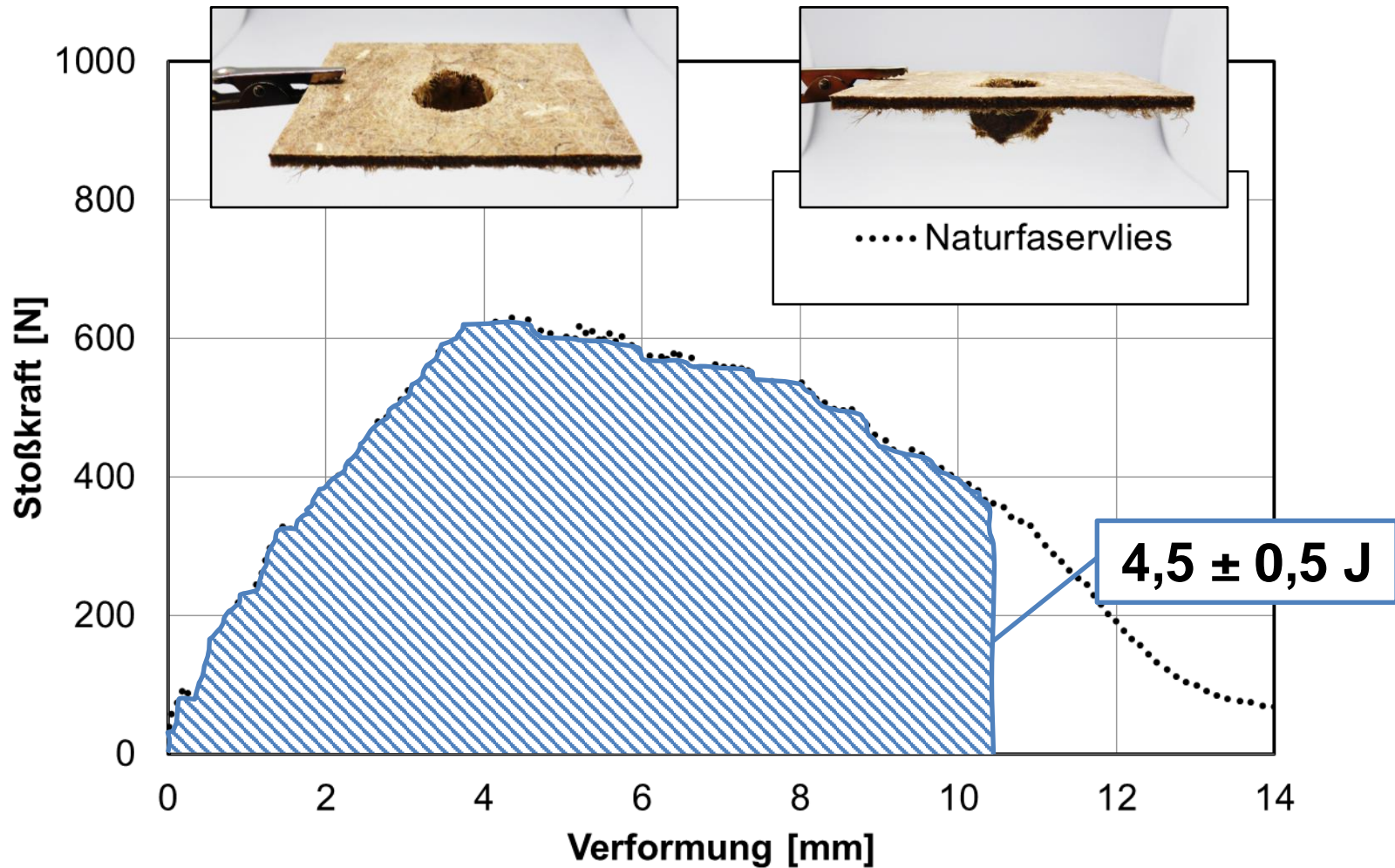


*Thermoplastischer Hybridverbund (FRIMO) mit Natur- und Holzfasern (links); Teil des Hybridverbundes für instrumentierten Durchstoßversuch (rechts)*

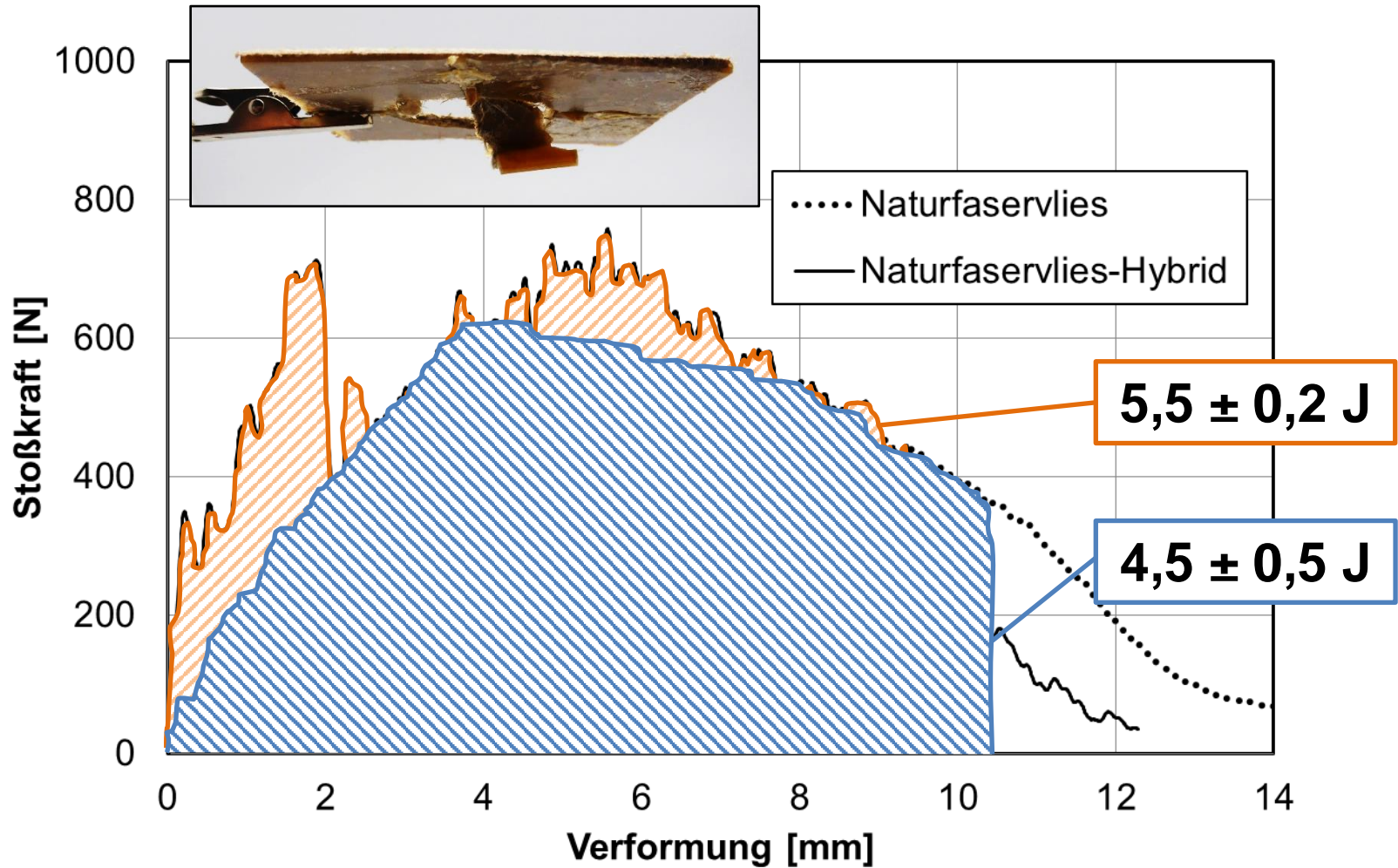


*Instrumentierter Durchstoßversuch nach ISO 6603-2/40/20/C/4,4 mit Schmierung;  
 $m = 9,378\text{ kg}$ ;  $h = 1\text{ m}$ ; Zwick/Roell Fallwerk Amsler HIT1100F*

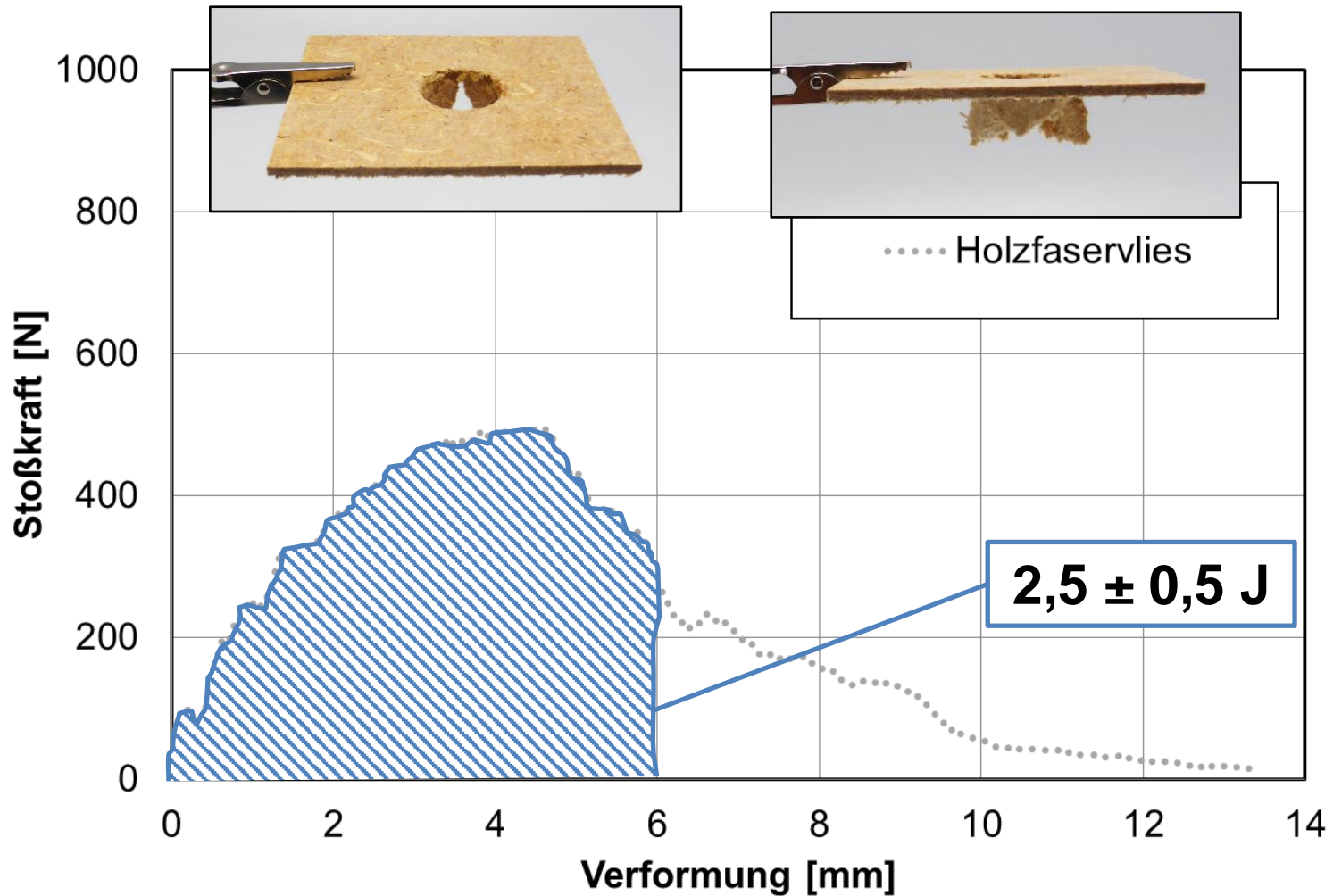




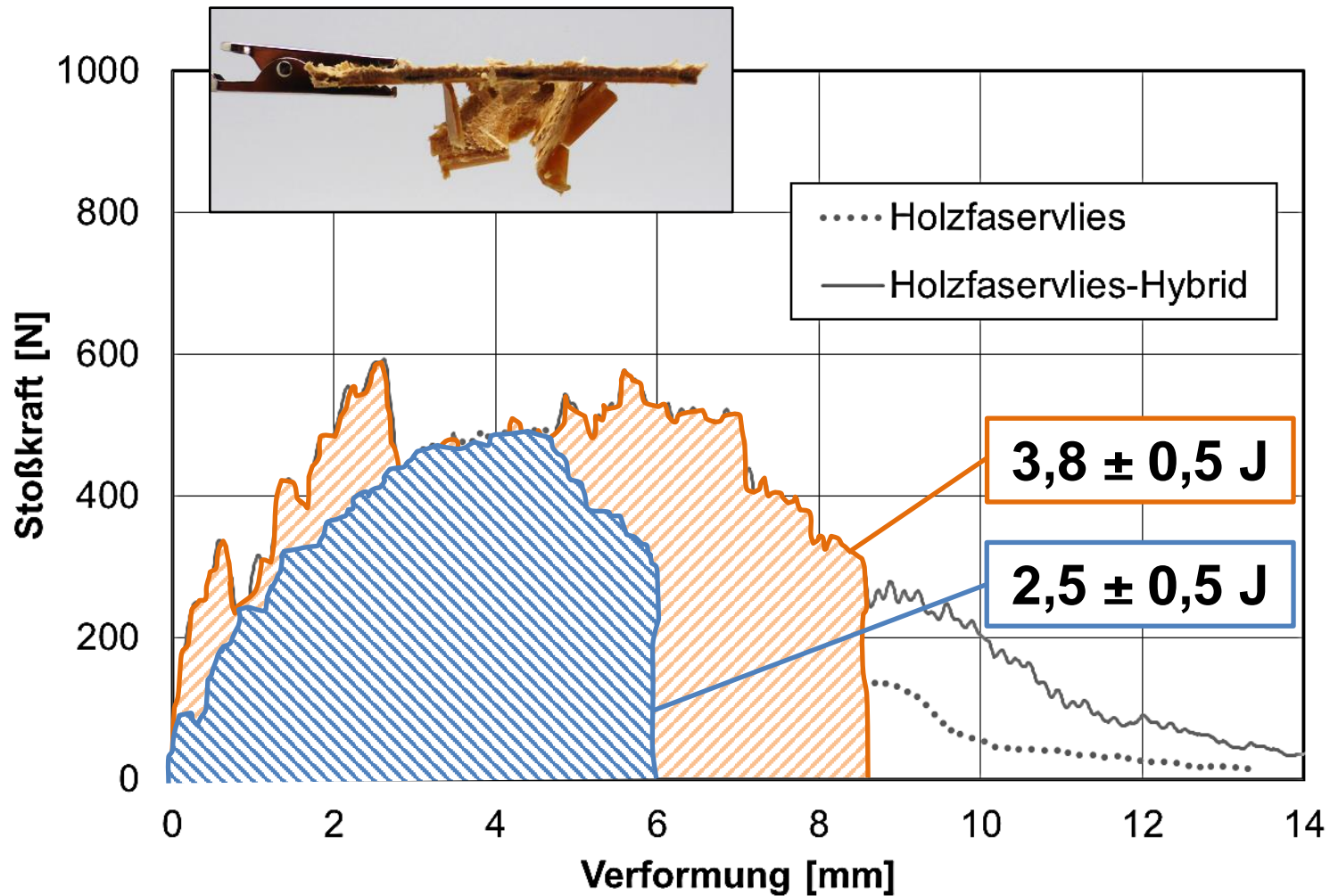
*Instrumentierter Durchstoßversuch nach ISO 6603-2;  $v = 4,4 \text{ m/s}$ ;  $m = 9,378 \text{ kg}$ ;  $h = 1 \text{ m}$ ; mit Schmierung; exemplarischer Kurvenverlauf*



*Instrumentierter Durchstoßversuch nach ISO 6603-2;  $v = 4,4 \text{ m/s}$ ;  $m = 9,378 \text{ kg}$ ;  $h = 1 \text{ m}$ ; mit Schmierung; exemplarischer Kurvenverlauf*



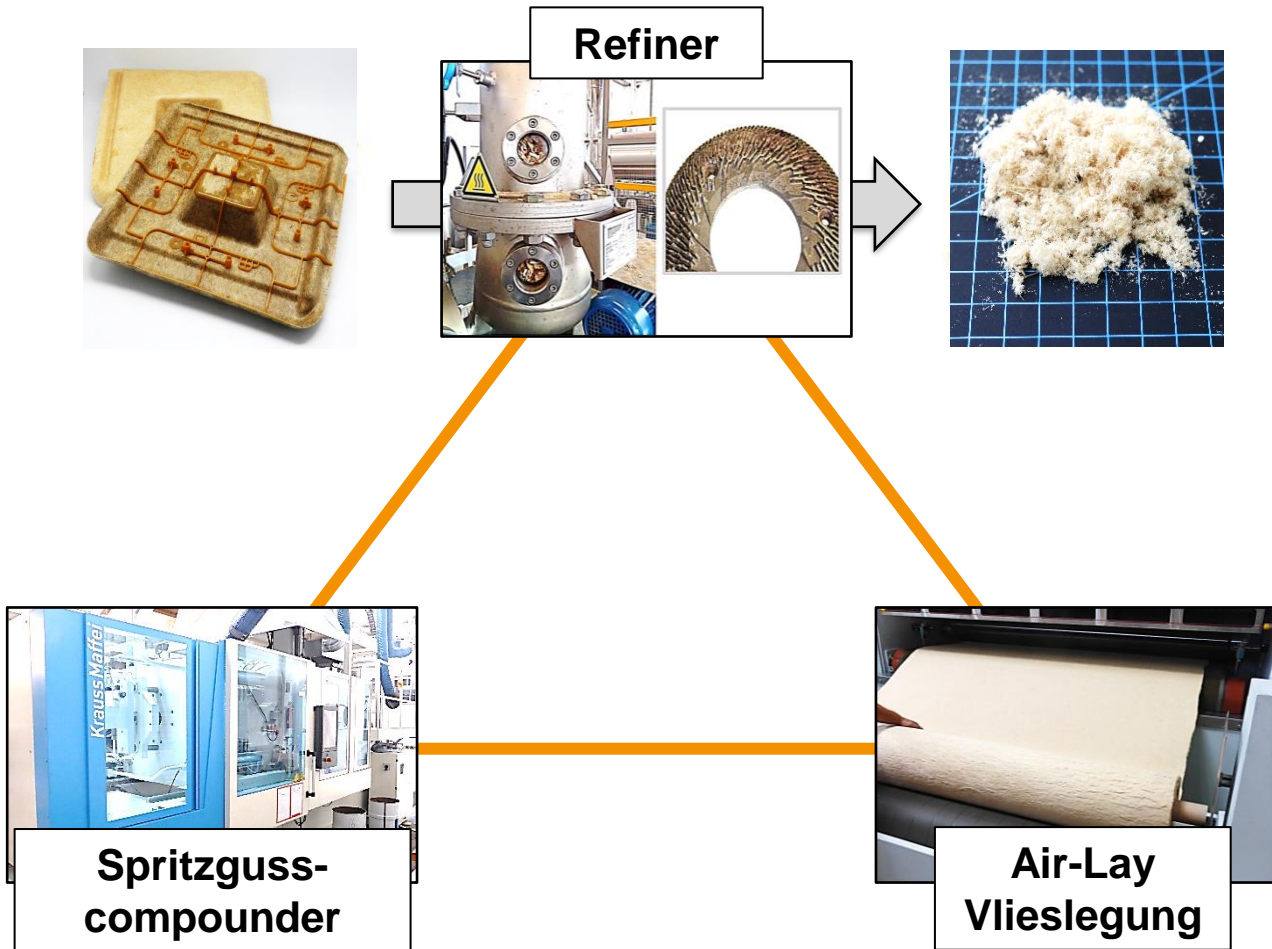
*Instrumentierter Durchstoßversuch nach ISO 6603-2;  $v = 4,4 \text{ m/s}$ ;  $m = 9,378 \text{ kg}$ ;  $h = 1 \text{ m}$ ; mit Schmierung; exemplarischer Kurvenverlauf*



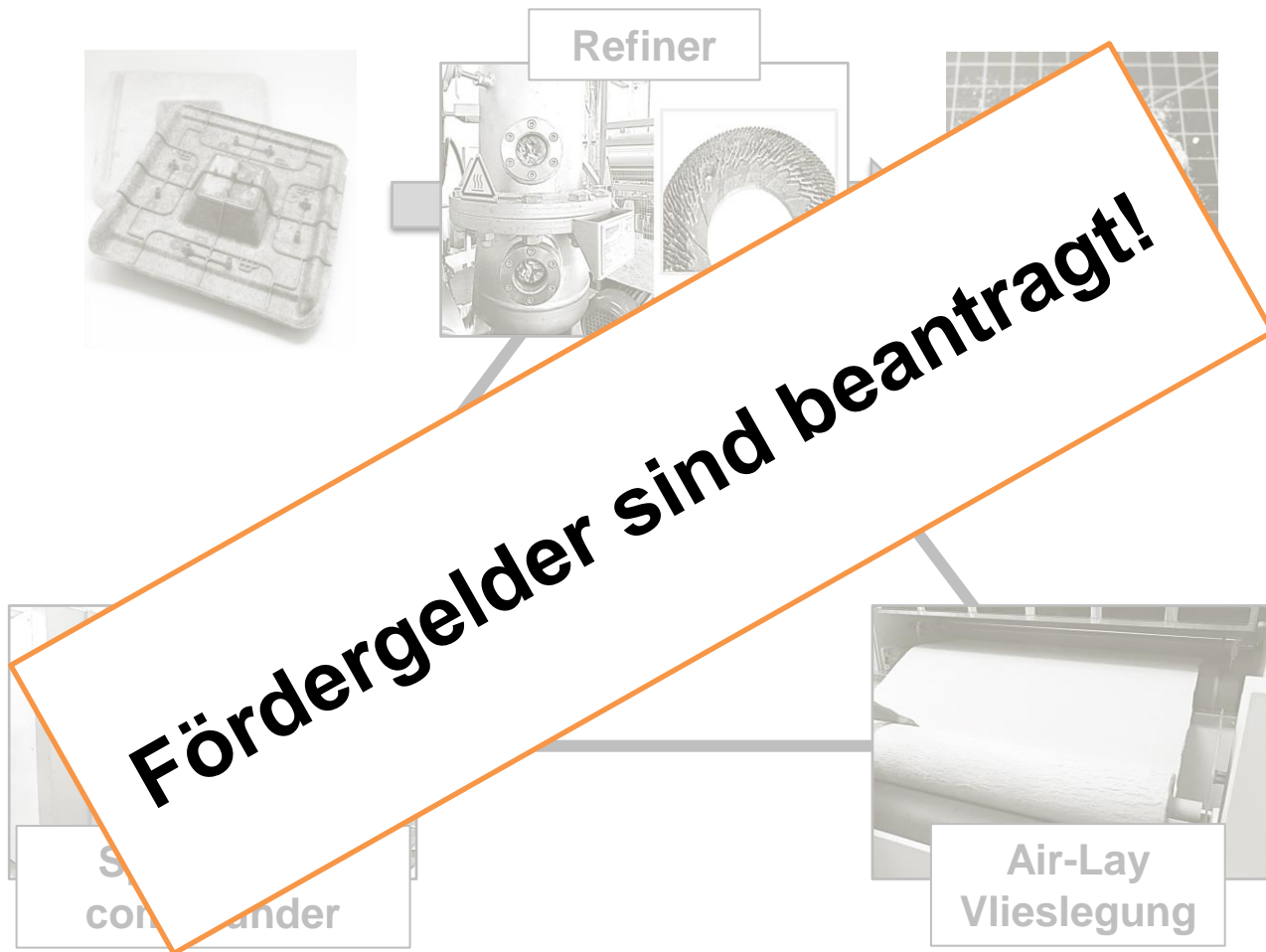
*Instrumentierter Durchstoßversuch nach ISO 6603-2;  $v = 4,4 \text{ m/s}$ ;  $m = 9,378 \text{ kg}$ ;  $h = 1 \text{ m}$ ; mit Schmierung; exemplarischer Kurvenverlauf*

- Die Verbundhaftung wird beeinflusst durch die Rippengeometrie
- Die Verbundhaftung ist höher als die Querkzugfestigkeit der Vliese
- Holzfasern zeigen im Vergleich zu Naturfasern leicht schlechtere aber vergleichbare Werte
- Synergieeffekt durch hybride Bauweise auch im Durchstoßversuch





*Erste Vorversuche zur Kreislaufführung der Hybridverbunde über thermo-mechanische Aufschlussverfahren sind sehr erfolgreich*



*Erste Vorversuche zur Kreislaufführung der Hybridverbunde über thermo-mechanische Aufschlussverfahren sind sehr erfolgreich*

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dr.-Ing. Frederik Obermeier  
[frederik.obermeier@th-rosenheim.de](mailto:frederik.obermeier@th-rosenheim.de)  
+49 (0) 8031 805-2266



Bledzki, A.K.; Faruk, O.; Fink, H.P.; Sain, M.: Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000–2010; Progress in Polymer Science; Volume 37; 2012 <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2012.04.003>

Bledzki, A.K.; Sperber, V.E.; Faruk, O.: Natural and wood fibre reinforcement in polymers; Rapra Review Reports; 2002 ISBN: 1859573592

Carus, M.; Partanaen, A.: Biocomposites, find the real alternative to plastic – An examination of biocomposites in the market; Reinforced Plastics; Volume 63; 2019; pp. 317-321 <https://doi.org/10.1016/j.repl.2019.04.065>

Huda, M.S.; Drzal, L.T.; Ray, D.; Mohanty, A.K.; Mishra, M.: Natural-fiber composites in the automotive sector; In Properties and Performance of Natural-Fibre Composites; Pickering, K.; Woodhead Publishing; Cambridge; United Kingdom; 2008, pp. 221-268 <https://doi.org/10.1533/9781845694593.2.221>

Hummel, S.; Schemme, M.; Karlinger, P.: Variotherme Temperierung für Organobleche; Plastverarbeiter; Volume 7; 2019; S. 42-44

Kralicek, M.: Development project – airbag housing; Firmenpräsentation; Borealis Polyolefine GmbH; 2019

Müssig, J.: Industrial Applications of Natural Fibres: Structure, Properties and Technical Applications; JohnWiley & Sons; Chichester; United Kingdom; 2010 <https://doi.org/10.1002/9780470660324>

Ouali, A.A.; Rinberg, R.; Kroll, L.; Nendel, W.; Todorov, A.; Cebulla, H.: Natural fibre reinforced bioplastics-innovative semifinished products for series production; Key Engineering Materials; Volume 742; S. 255–262; 2017 <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.742.255>

Salit, M.; Jawaid, M.; Yusoff, N.; Hoque, M.: Manufacturing of Natural Fibre Reinforced Polymer Composites; 1. Auflage; Springer International Publishing Switzerland; 2015 <https://doi.org/10.1007/978-3-319-07944-8>

Yanfeng Automotive Interiors: Press images. [https://www.yfai.com/sites/yfai\\_corporate/files/yfai\\_lightweight\\_3\\_highres.jpg](https://www.yfai.com/sites/yfai_corporate/files/yfai_lightweight_3_highres.jpg) (aufgerufen am 21.02.2024)