Neue Konzepte zur Verarbeitung von naturfaserverstärkten Kunststoffen

Jovana Džalto, Peter Mitschang, Florian Gortner

4a Technologietag 2017

Leichtbau und Composites

23. – 24. März 2017

Schladming, Österreich

Institut für Verbundwerkstoffe

www.thefutureiscomposite.com

© Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Dipl.-Ing. Jovana Džalto

Inhalt

Institut für Verbundwerkstoffe

Einführung in naturfaserverstärkte Kunststoffe

Aktuelle Marktsituation

Potenziale von Bio-SMC

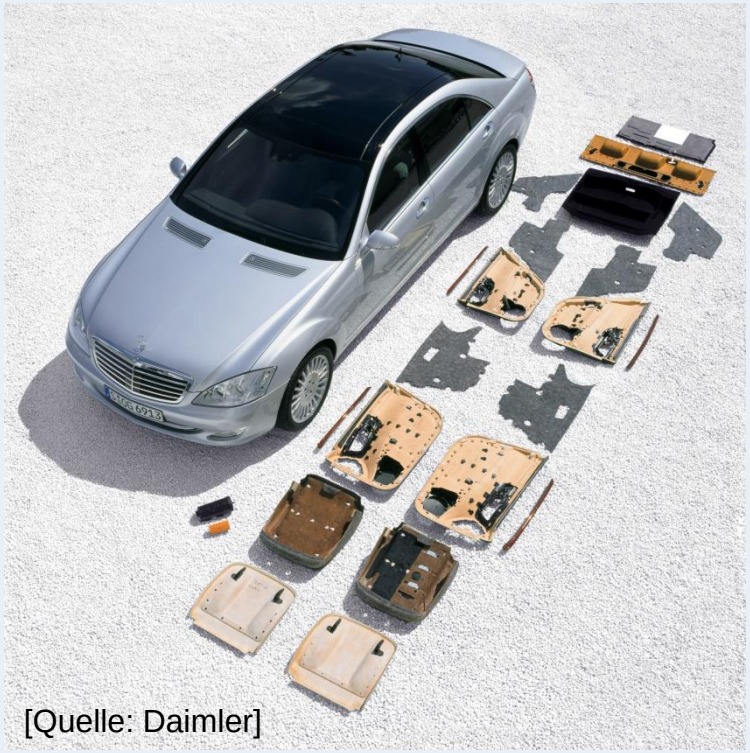
Neues Verarbeitungsverfahren für NFPP

www.thefutureiscomposite.com

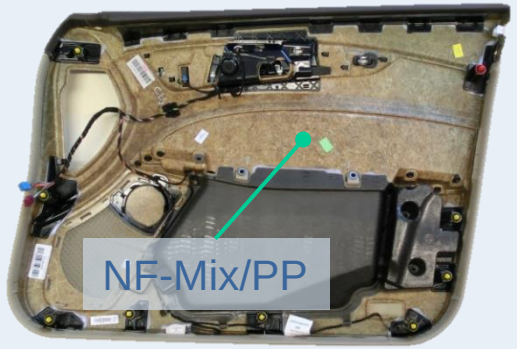
© Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Dipl.-Ing. Jovana Džalto

Einführung in naturfaserverstärkte Kunststoffe

Institut für Verbundwerkstoffe


[Quelle: Daimler]

Standard



Türverkleidung Daimler CLS

Trend

NF im Sichtbereich BMW i3

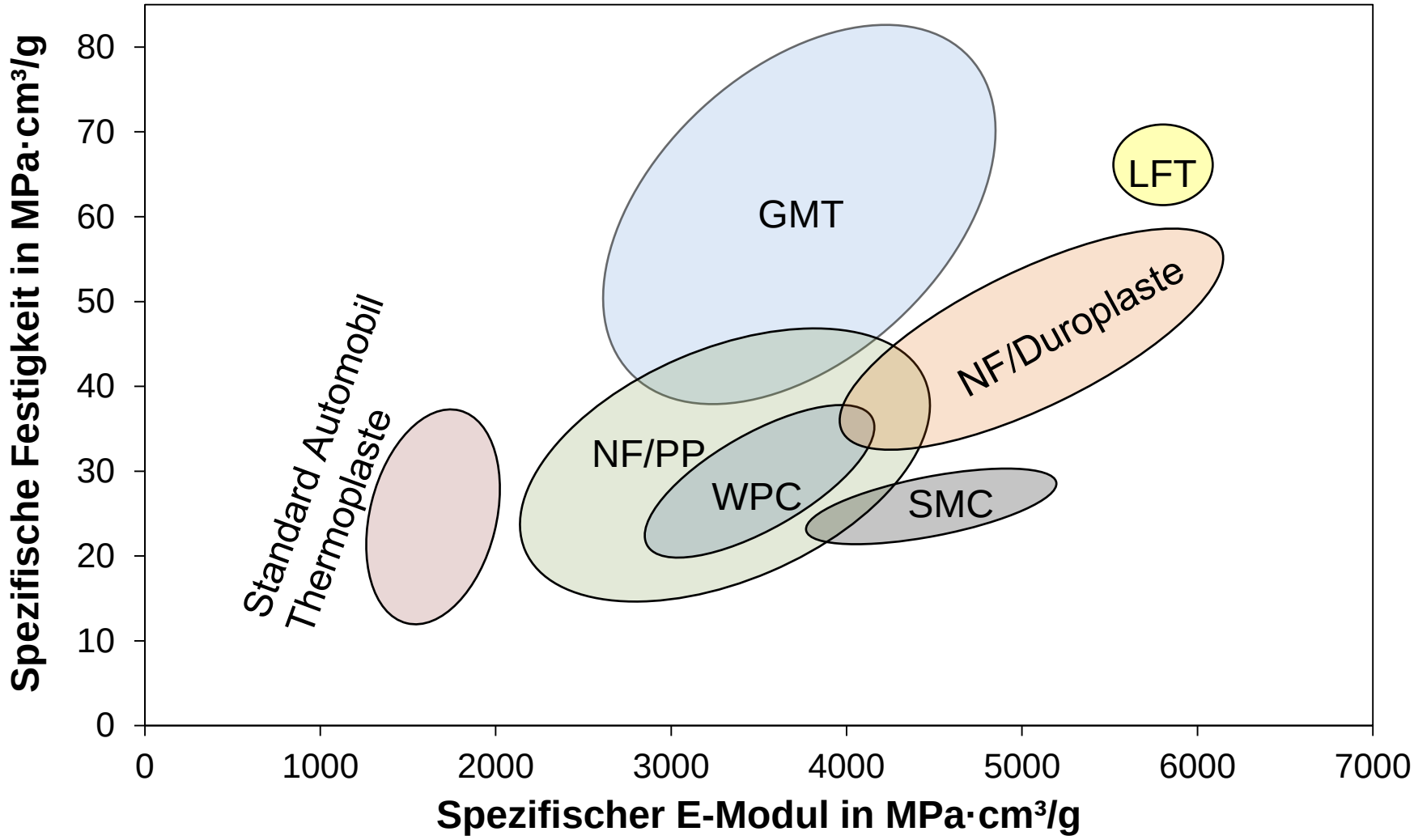
- *NFK-Anwendung seit Jahrzehnten in der Automobilindustrie*
- *Sehr geringe Dichte (0,8-0,9 g/cm³) mit hohen spezifischen mechanischen Eigenschaften ähnlich wie glasfaserverstärkte Kunststoffe*
- *Anwendung hauptsächlich im semi-strukturellen Bereich wie Türverkleidungen*

www.thefutureiscomposite.com

© Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Dipl.-Ing. Jovana Džalto

Spezifische mechanische Eigenschaften von naturfaserverstärkten Kunststoffen

Institut für Verbundwerkstoffe



www.thefutureiscomposite.com

© Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Dipl.-Ing. Jovana Džalto

Inhalt

Einführung in naturfaserverstärkte Kunststoffe

Aktuelle Marktsituation

Potenziale von Bio-SMC

Neues Verarbeitungsverfahren für NFPP

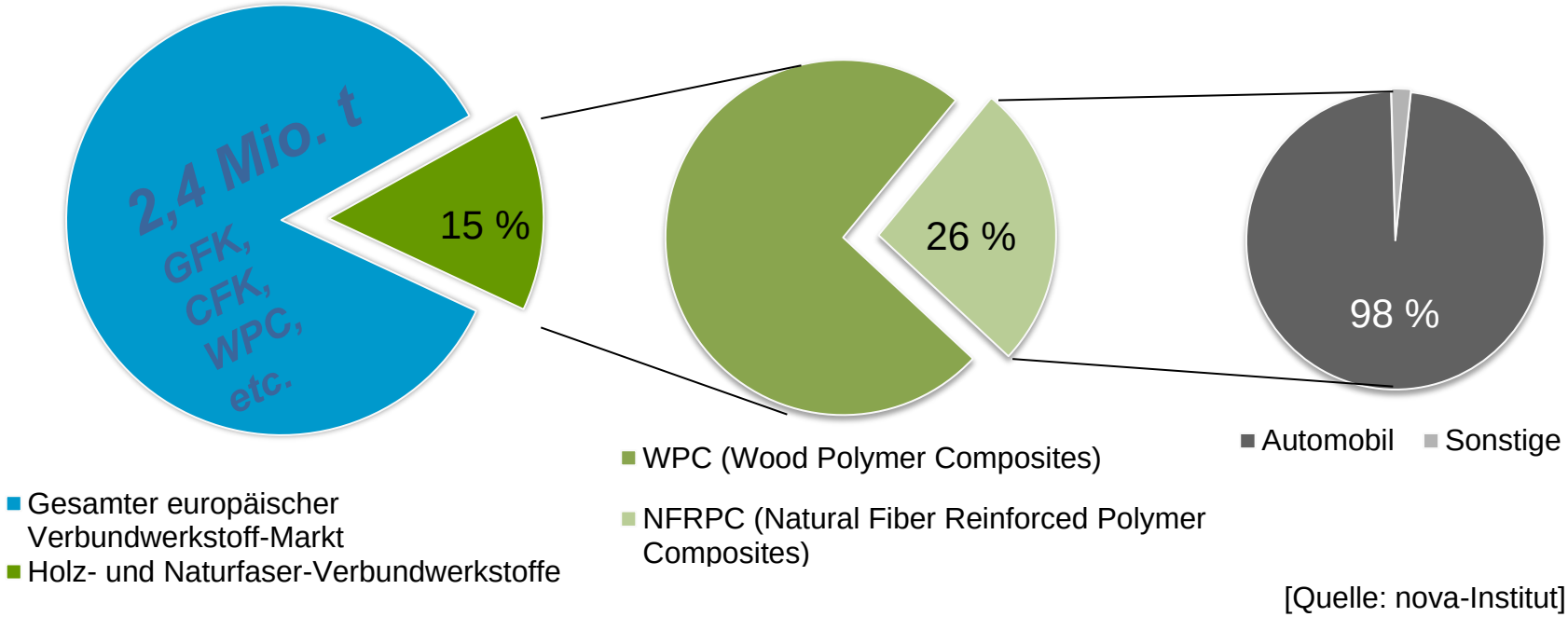
www.thefutureiscomposite.com

© Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Dipl.-Ing. Jovana Džalto

Marktanteil naturfaserverstärkter Kunststoffe

Institut für Verbundwerkstoffe

Gesamtmarkt Faserverstärkte Kunststoffe in 2012



[Quelle: nova-Institut]

➡ ***55 % aller NFK für Automobilanwendungen sind Thermoplast-basiert***

➡ ***95 % werden im Pressverfahren verarbeitet, nur 5 % mit anderen Verfahren wie Spritzguss und sonstigen***

Weitere Marktdurchdringung stagniert → neue Konzepte sind erforderlich

www.thefutureiscomposite.com

© Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Dipl.-Ing. Jovana Džalto

Inhalt

Institut für Verbundwerkstoffe

Einführung in naturfaserverstärkte Kunststoffe

Aktuelle Marktsituation

Potenziale von Bio-SMC

Neues Verarbeitungsverfahren für NFPP

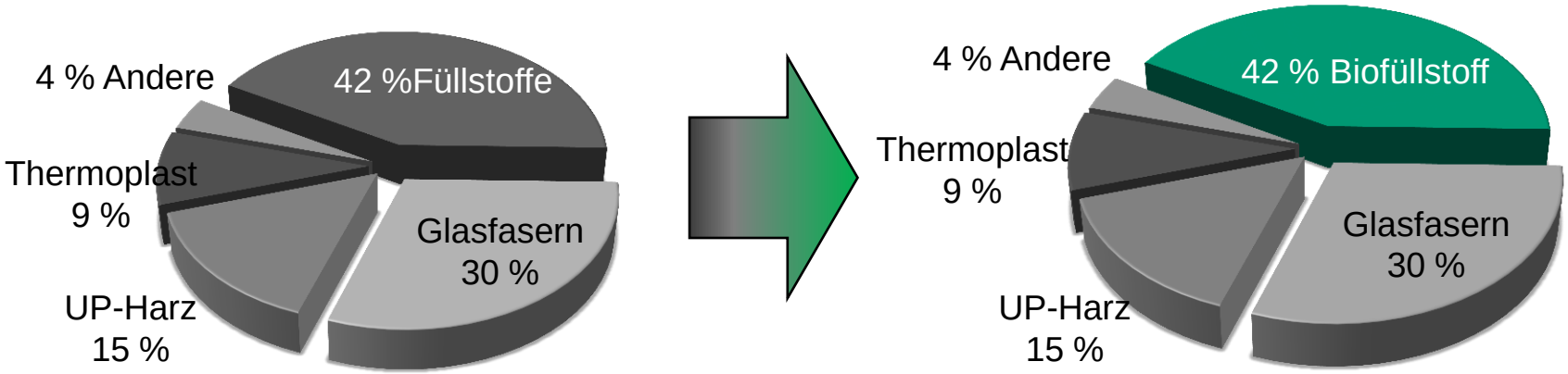
www.thefutureiscomposite.com

© Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Dipl.-Ing. Jovana Džalto

Neuer Markt für Biocomposites: Bio-SMC ?

- 25 % aller in 2015 produzierten GF in Europa werden im SMC/BMC-Verfahren verarbeitet
- Anwendung: Automobil und Elektro
- Die **Substitution von Glasfasern durch Naturfasern** hat sich bisher nicht durchgesetzt – trotz mehrerer unabhängiger Forschungsprojekte

Erhöhung des Bioanteils in SMC durch Substitution der Füllstoffe

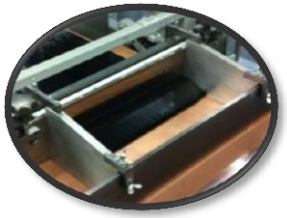


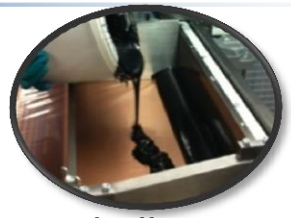
www.thefutureiscomposite.com

© Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Dipl.-Ing. Jovana Džalto

Herstellung von SMC

Institut für Verbundwerkstoffe





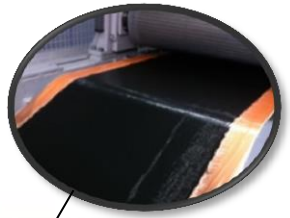
Rovingspule

Schneidwerk

Rakelkasten

Rakelkasten

Styroldichte Trägerfolie

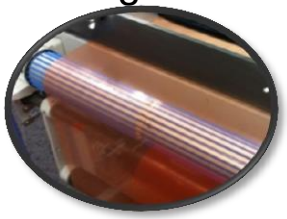


Spulenlager

Styroldichte Trägerfolie

Walkstrecke

Aufrollen und styroldicht verpacken



[Quelle: www.nuplex.com}

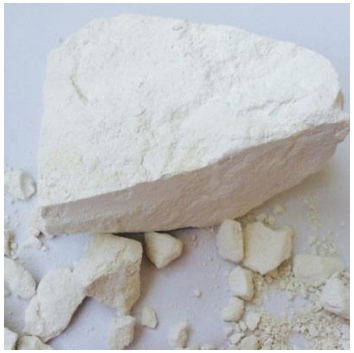
www.thefutureiscomposite.com

© Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Dipl.-Ing. Jovana Džalto

Vergleich der Füllstoffe in SMC mit Biofüllstoffen

Institut für Verbundwerkstoffe

- Konventioneller Füllstoff: Kalziumcarbonat (Kreide)
  - Dichte $CaCO_3$ = 2,71 g/cm³
  - ➢ Dichte SMC = 1,6 g/cm³



- Ziel: Beiprodukt der Lebensmittelindustrie als Füllstoff
  - Sonnenblumenschalen
  - Dichte Schalen ~ 1,0 g/cm³
  - ➢ Dichte SMC: ~ 1,2 g/cm³

➡ ***25 % Gewichtsersparnis!***

➢ **Verarbeitbarkeit auf konventionellen SMC-Anlagen und mit konventionellem SMC-Verarbeitungsprozess muss gewährleistet sein**

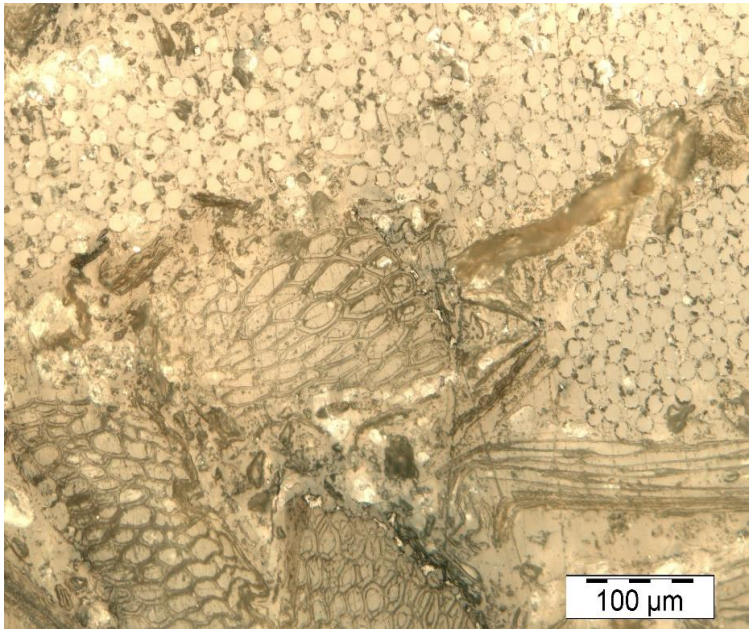
www.thefutureiscomposite.com

© Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Dipl.-Ing. Jovana Džalto

Herstellung neuer SMC-Rezepturen mit Sonnenblumenschalen

Institut für Verbundwerkstoffe

Anteil an Biofüllstoffen



- Konventioneller Füllstoff wird in Abstufungen zu je 25 Gew.-% durch Sonnenblumenschalen ersetzt
- Anpassung der Harzpastenrezeptur
- Verarbeitung in konventionellem Prozess bei 140 °C, 80 bar, 5 Min.

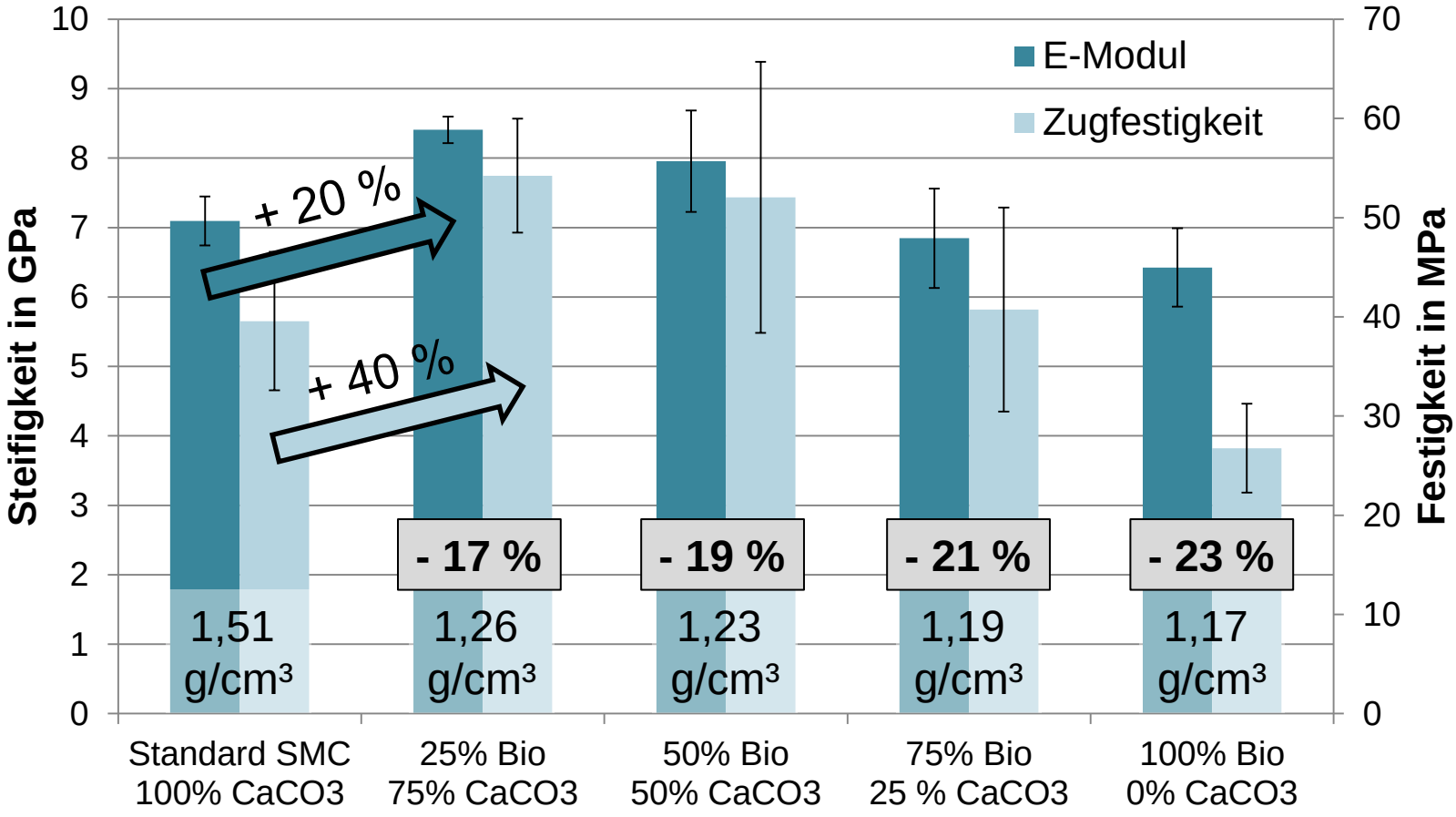
www.thefutureiscomposite.com

© Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Dipl.-Ing. Jovana Džalto

Mechanische Eigenschaften von Bio-SMC

Institut für Verbundwerkstoffe

Höhere mechanische Eigenschaften des Bio-SMC bei geringerem Gewicht



www.thefutureiscomposite.com

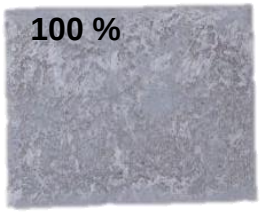
© Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Dipl.-Ing. Jovana Džalto

Ausblick Bio-SMC

- Dichtereduktion auf 1,1 g/cm³ durch Substitution von Kreide mit weiteren Füllstoffen (Rapsschrot, Glashohlkugeln etc.)
- Prozessoptimierung für bessere Dispersion

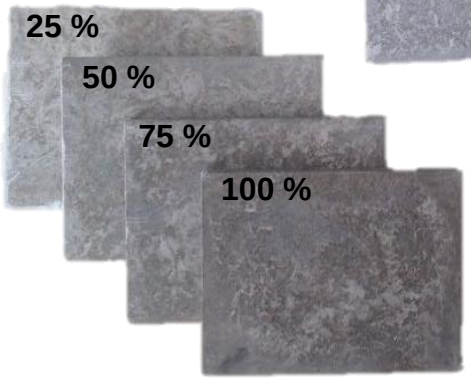
Holzmehl

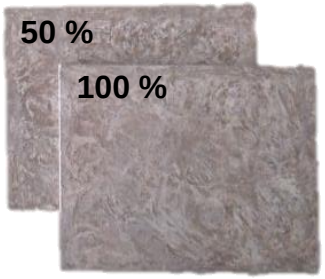
Biobasierte, interne Trennmittel



Funktionalisierte Sonnenblumenschalen

Sonnenblumen-schalen





Rapsschrot

www.thefutureiscomposite.com

© Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Dipl.-Ing. Jovana Džalto

Inhalt

Einführung in naturfaserverstärkte Kunststoffe

Aktuelle Marktsituation

Potenziale von Bio-SMC

Neues Verarbeitungsverfahren für NFPP

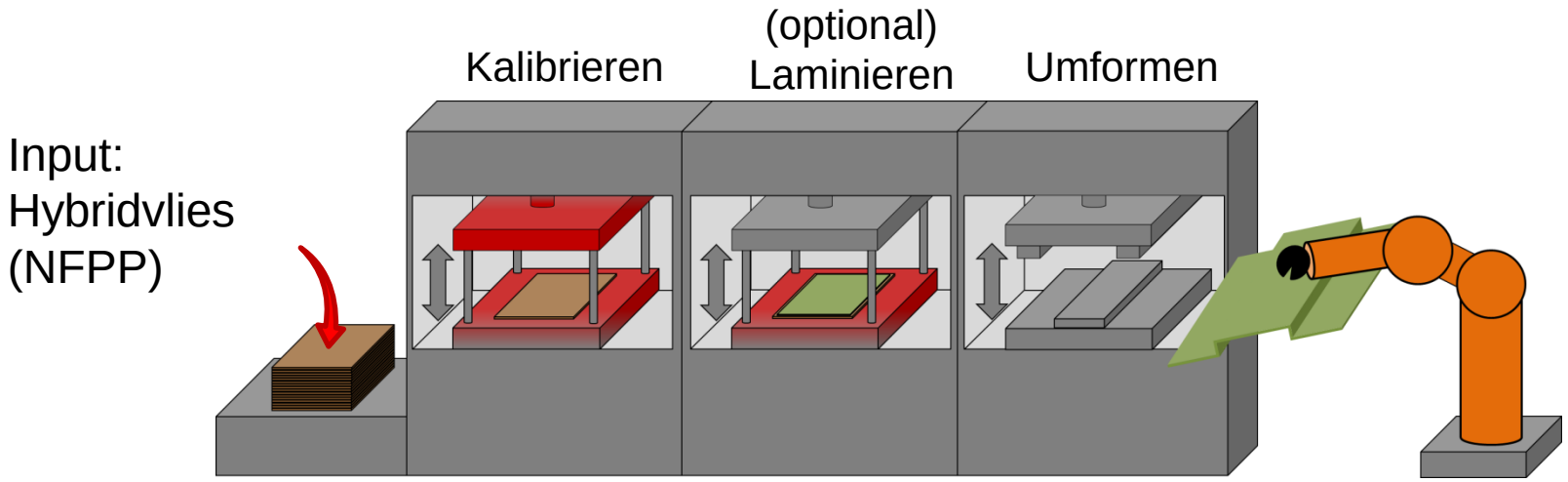
www.thefutureiscomposite.com

© Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Dipl.-Ing. Jovana Džalto

Herkömmliche Verarbeitung von naturfaserverstärktem Polypropylen

Institut für Verbundwerkstoffe

Mehrstufiger Pressprozess für die Herstellung von thermoplastischen NFK



Nachteile:

Hohe Investitionen

– Für jede Umformpresse wird eine Kalibrierpresse benötigt

Hoher Platzbedarf

– Für jede Produktionslinie werden 2 – 3 Pressen benötigt

Kaum bis keine Flexibilität

– Keine zeitliche und räumliche Trennung der Erwärmung vom Umformen

Logistikaufwand

– Transport von Vliesen problematisch durch mikrobielle Degradation und Pilze aufgrund der Feuchteaufnahme nicht imprägnierter Naturfasern

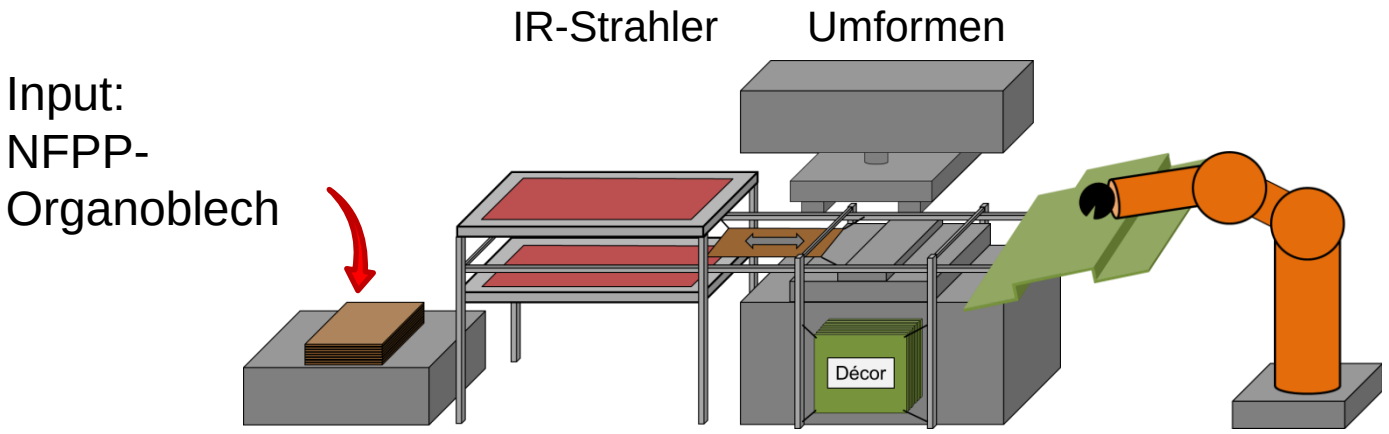
www.thefutureiscomposite.com

© Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Dipl.-Ing. Jovana Džalto

Neues Verarbeitungsverfahren für NFPP

Institut für Verbundwerkstoffe

Potenziale von vorkompaktierten, imprägnierten Naturfaser-Halbzeugen



Weniger Invest und Platzbedarf pro Werkzeug

- Nur eine Presse plus IR-Heizstrahler

Nutzung hocheffizienter Thermoform-Prozessketten wie bei Organoblechen

Flexible Produktion

- Dezentrale Herstellung von vorkompaktierten NFPP-Halbzeugen

Trennung der Kalibrierung und Umformung möglich

- Globalisierung der Automobilindustrie!
- Einfacher Transport aufgrund bereits imprägnierter Fasern

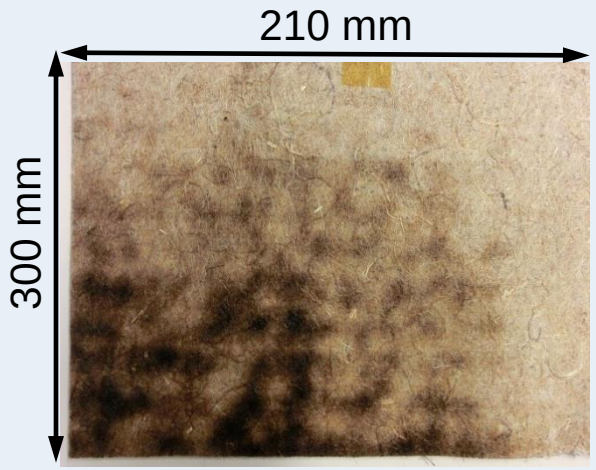
www.thefutureiscomposite.com

© Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Dipl.-Ing. Jovana Džalto

Herausforderungen der IR-Erwärmung von NFPP

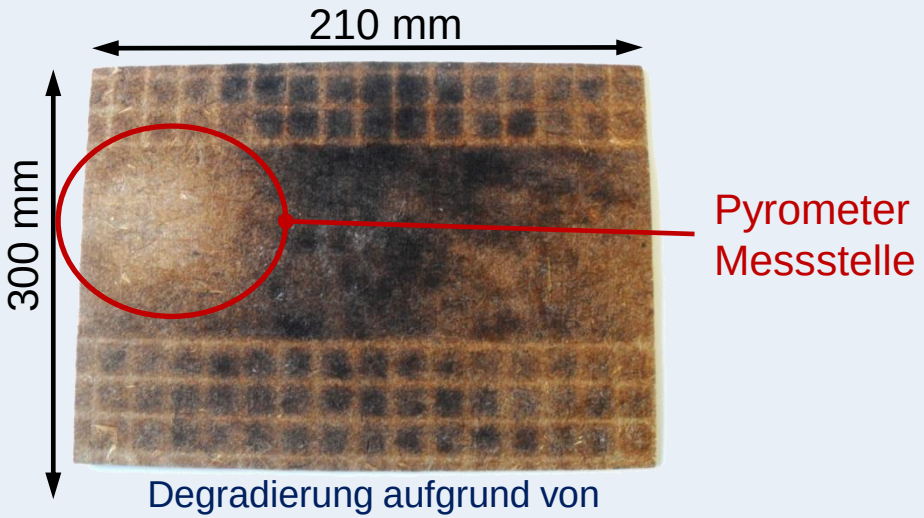
- Bisher wurde IR-Erwärmung von NFPP-Vliesen als ungeeignet betrachtet
- Naturfasern sind Temperatur-empfindlich (Degradierung > 200 °C)
  → Prozessregelung von großer Bedeutung
- Thermische Degradierung von Naturfasern kann zu Geruchsentwicklung und Emissionen sowie geringeren mechanischen Eigenschaften führen

Konstante IR-Strahlertemperatur



Degradierung auf der Oberfläche aufgrund von ungeeigneter Prozessführung

IR-Heizung mit Leistungsregelung



Degradierung aufgrund von Pyrometerkühlung

www.thefutureiscomposite.com

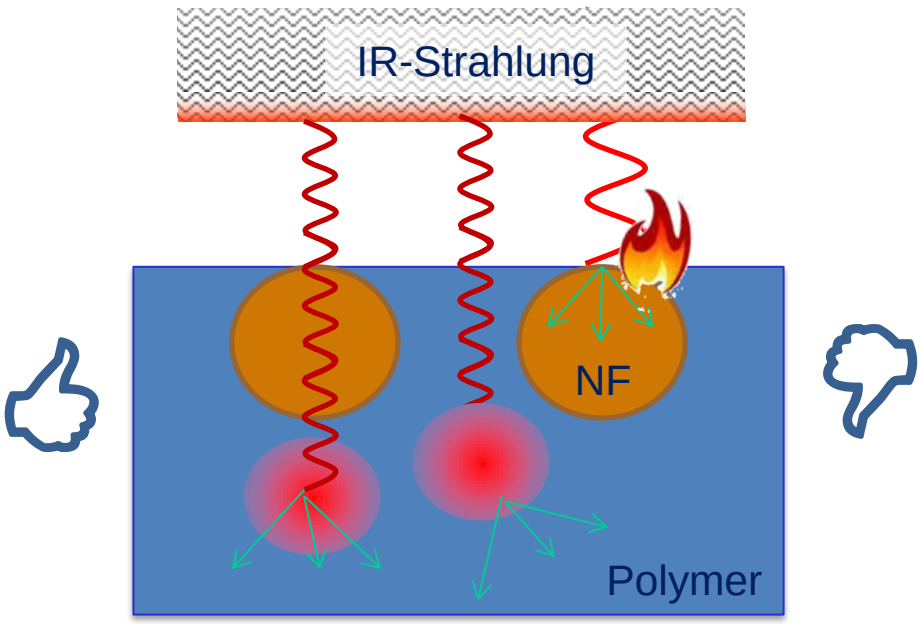
© Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Dipl.-Ing. Jovana Džalto

Konzeptentwicklung für die IR-Erwärmung von NFPP

Institut für Verbundwerkstoffe

Theoretischer Ansatz:

Schonende Erwärmung von NFPP durch die Wahl einer geeigneten Strahlertemperatur, deren IR-Strahlungsband vom PP gut absorbiert wird



- ***Verschiedene Materialien absorbieren Strahlung unterschiedlicher Wellenlängen***
- ***Vollständige selektive Erwärmung von PP nicht möglich, da IR-Strahler ein breites Band von Wellenlängen emittieren***
- ***Kompromiss für schnelle, aber schonende Erwärmung muss gefunden werden***

www.thefutureiscomposite.com

© Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Dipl.-Ing. Jovana Džalto

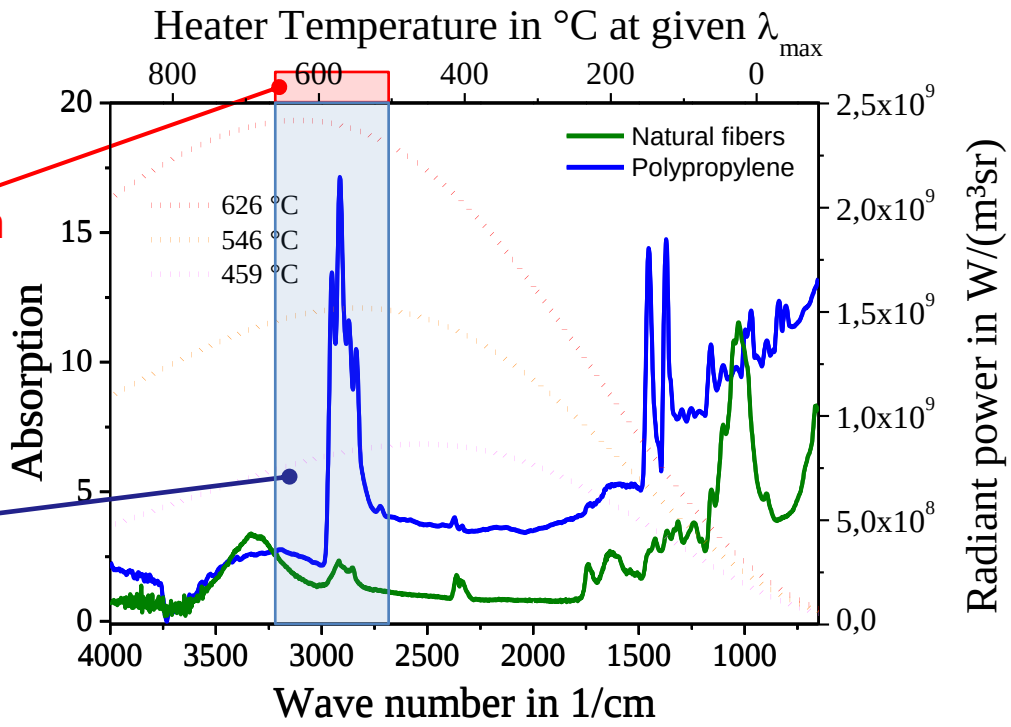
Konzeptentwicklung für die IR-Erwärmung von NFPP

Institut für Verbundwerkstoffe

Absorptionsverhalten von NF und PP sowie Strahlungsleistung über der Wellenzahl für verschiedene Strahlertemperaturen

Optimaler Temperaturbereich eines mittelwelligen IR-Strahlers

Haupt-Absorptionsband von PP



➡ ***Optimale IR-Strahlertemperatur muss in dem Absorptionsband von PP liegen, welches mit Strahlertemperaturen von 500 °C – 650 °C korreliert***

www.thefutureiscomposite.com

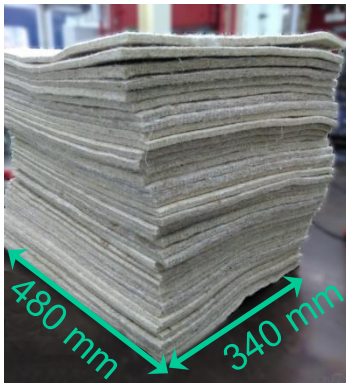
© Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Dipl.-Ing. Jovana Džalto

Experimentelle Studien
– Herstellung von NFPP-Organoblechen

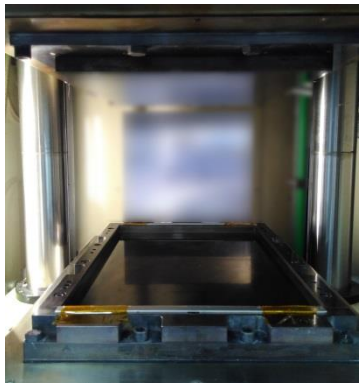
Institut für Verbundwerkstoffe

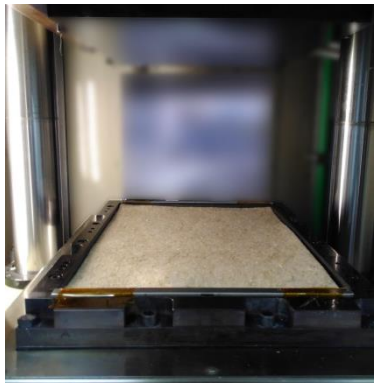
Herstellung von Halbzeugen, NFPP vorkompaktiert und imprägniert

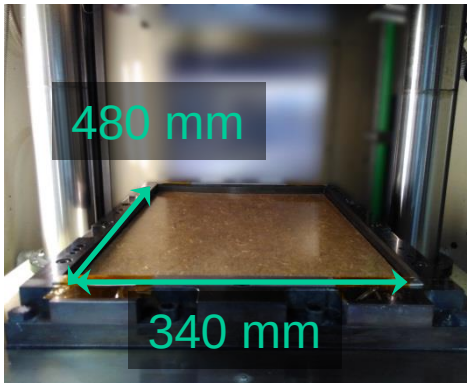
Flächengewicht: 1.700 g/m²: 50 Gew.-% NF (Hanf, Kenaf), 50 Gew.-% PP



NFPP-Vlies


Presswerkzeug

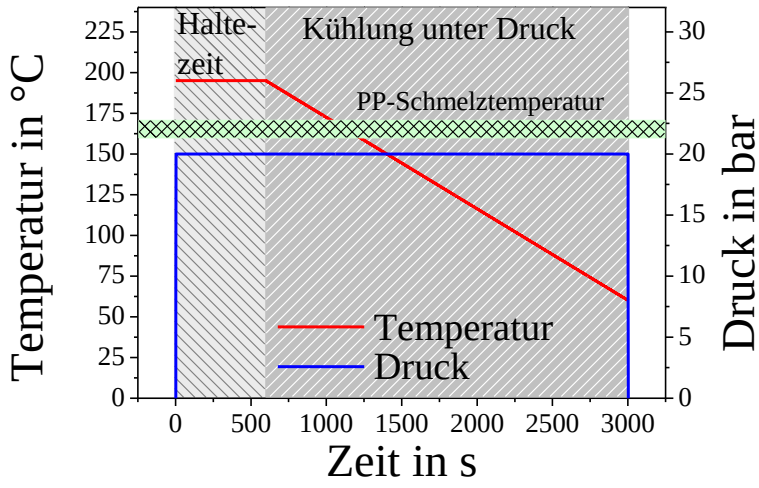

195 °C - 10 min - 20 bar



Vorkompaktiertes NFPP

- ***NFPP-Organobleche werden nicht vollständig konsolidiert, sondern auf 3 mm vorkompaktiert***
- ***Bauteildicke und Dichte werden nach Umformung erreicht → ~ 2 mm***
- ***Industriemaßstab: Herstellung von NFPP-Organoblechen in (semi-) kontinuierlichen Pressen***

Prozessparameter



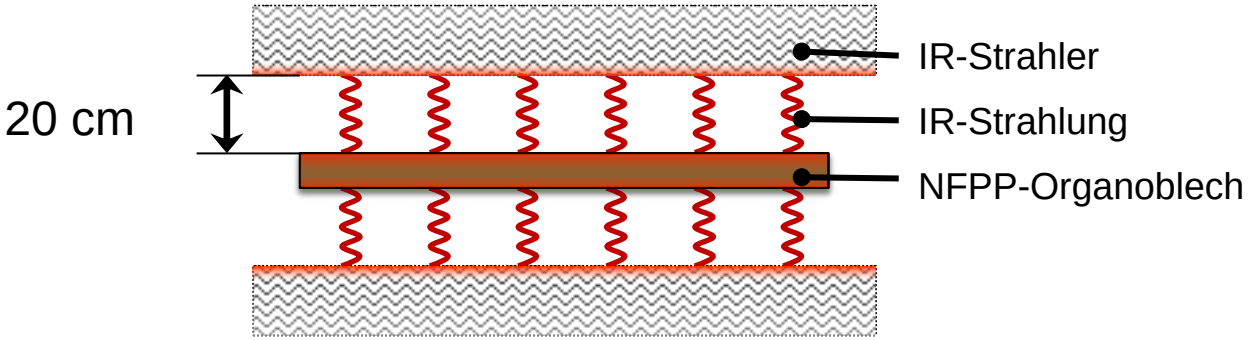
www.thefutureiscomposite.com

© Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Dipl.-Ing. Jovana Džalto

Experimentelle Studien

Institut für Verbundwerkstoffe

Schematische Beschreibung der Aufheizversuche mit NFPP Organoblechen



Randbedingungen für Versuche

- ***Erwärmung im Kern des Blechs: 180 °C***
- ***Oberflächentemperatur max. 215 °C***
- ***Aufzeichnung Zeit über Temperatur***

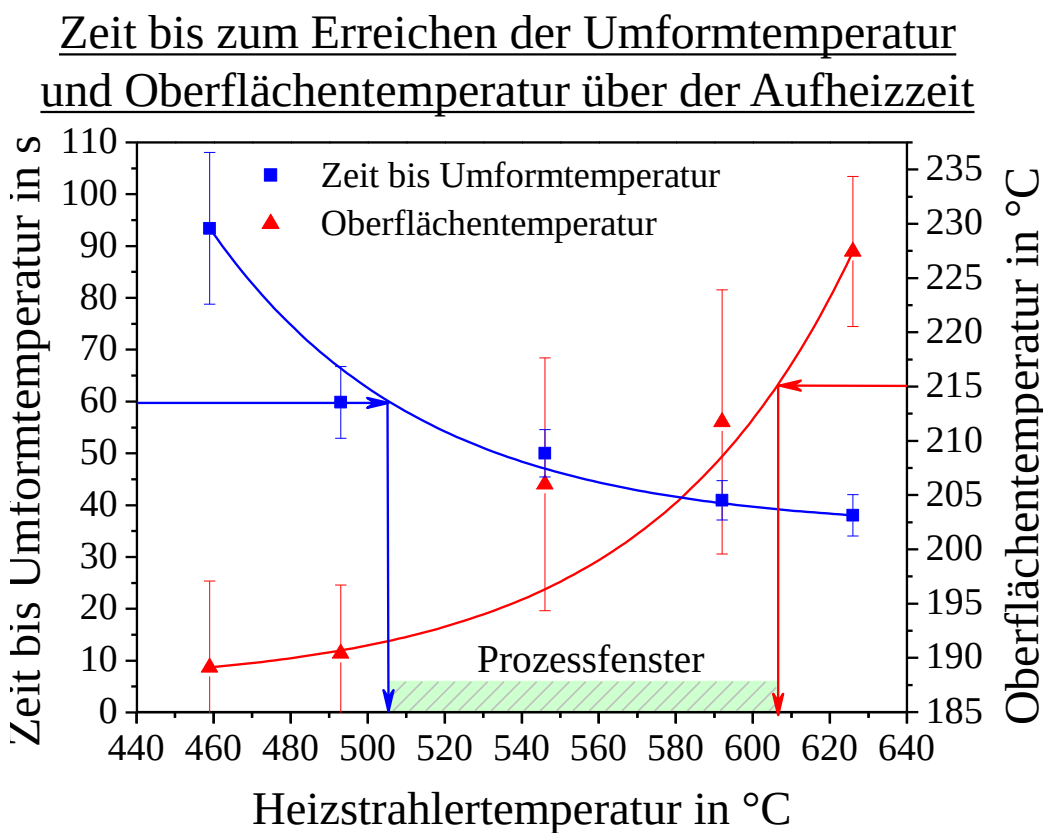
Gemessene Strahler-temperatur [°C]	Maximum der Strahlungsleistung bei Wellenlänge λ_{max} [µm]
459	3,95
493	3,78
546	3,54
592	3,35
626	3,22

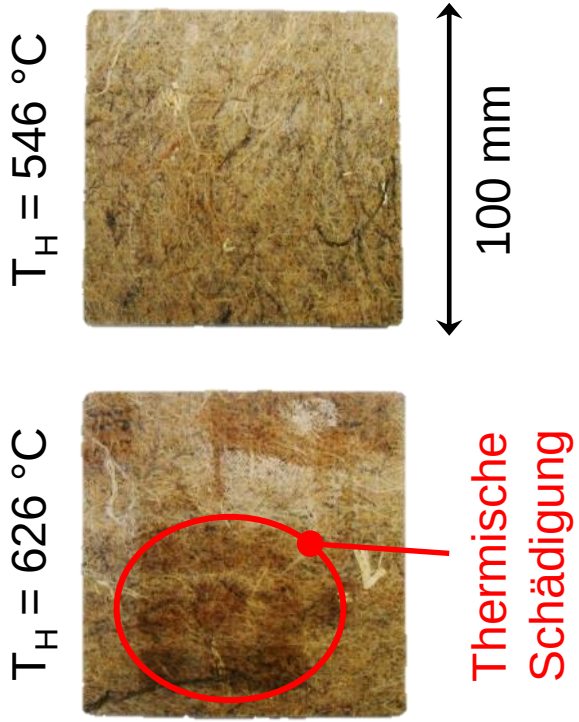
www.thefutureiscomposite.com

© Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Dipl.-Ing. Jovana Džalto

Experimentelle Studien
– Ergebnis Prozessfenster

Institut für Verbundwerkstoffe





- Max. Zeit (60 sec für Industriemaßstab) bis die Umformtemperatur (~ 180-185 °C) im Kern der Probekörper erreicht ist: IR-Strahlertemperaturen > 500 °C
- Max. Oberflächentemperatur (215 °C) bevor Degradierung der NF erreicht wird: IR-Strahlertemperaturen < 610 °C

www.thefutureiscomposite.com

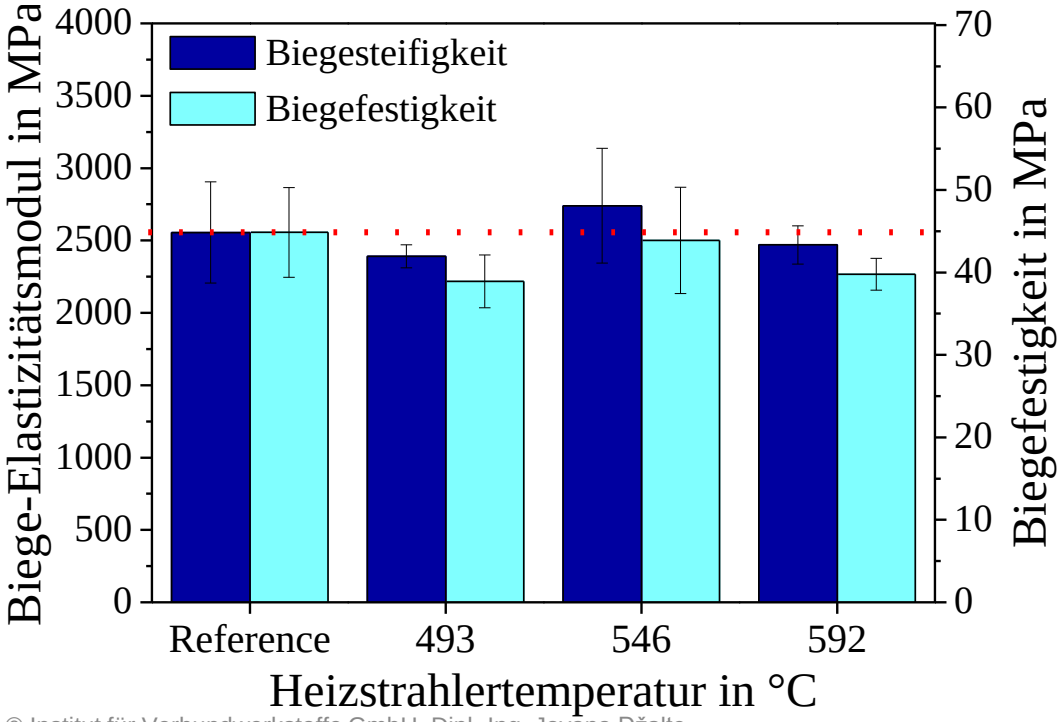
© Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Dipl.-Ing. Jovana Džalto

Experimentelle Studien
– Ergebnis Mechanische Eigenschaften

Institut für Verbundwerkstoffe

- Biegeeigenschaften in Anlehnung an DIN EN ISO 178
- Steifigkeit und Festigkeit im Bereich des Referenzmaterials, welches im konventionellen Pressverfahren hergestellt wurde
- Streuung von ± 10 % üblich für Naturfaser-Produkte

Mechanische Eigenschaften der IR-Probekörper

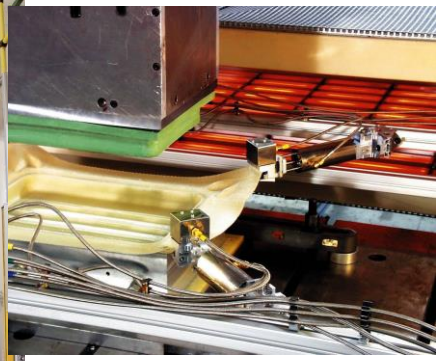


Referenz (Gleiche Charge)	
Verarbeitung	Kalibrieren & Umformen
Heizzeit	40 s
Heiztemperatur.	220 °C
Presszeit	30 s
Presstemperatur	60 °C

www.thefutureiscomposite.com

© Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Dipl.-Ing. Jovana Džalto

Industrielle Anwendung



Industrielle Umformversuche am IVW

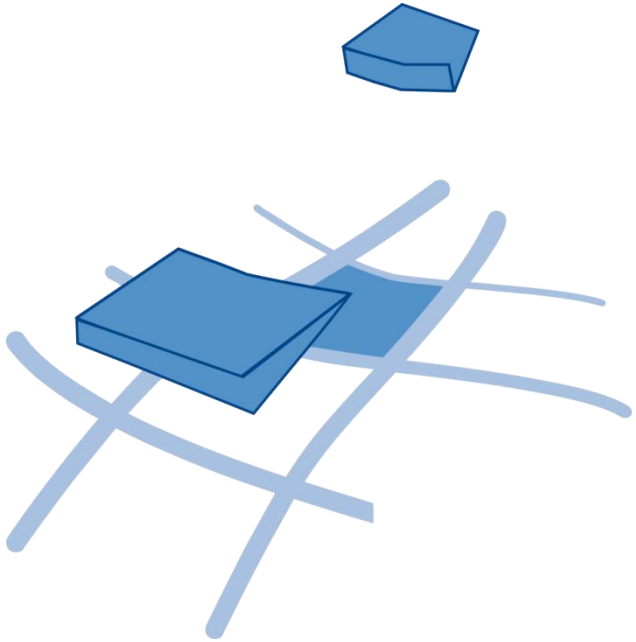
- ***Hydraulische Presse mit IR-Heizfeld und Umformwerkzeug***
- ***Größe – 1.0 m x 1.8 m***
- ***Max Presskraft – 800 kN***
- ***Pressgeschwindigkeit – 50 mm/s***

www.thefutureiscomposite.com

© Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Dipl.-Ing. Jovana Džalto

Institut für Verbundwerkstoffe

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



Kontakt:

Dipl.-Ing. Jovana Džalto

jovana.dzalto@ivw.uni-kl.de

Tel: +49 (0) 631 2017-437

www.ivw.uni-kl.de

www.thefutureiscomposite.com

© Institut für Verbundwerkstoffe GmbH, Dipl.-Ing. Jovana Džalto