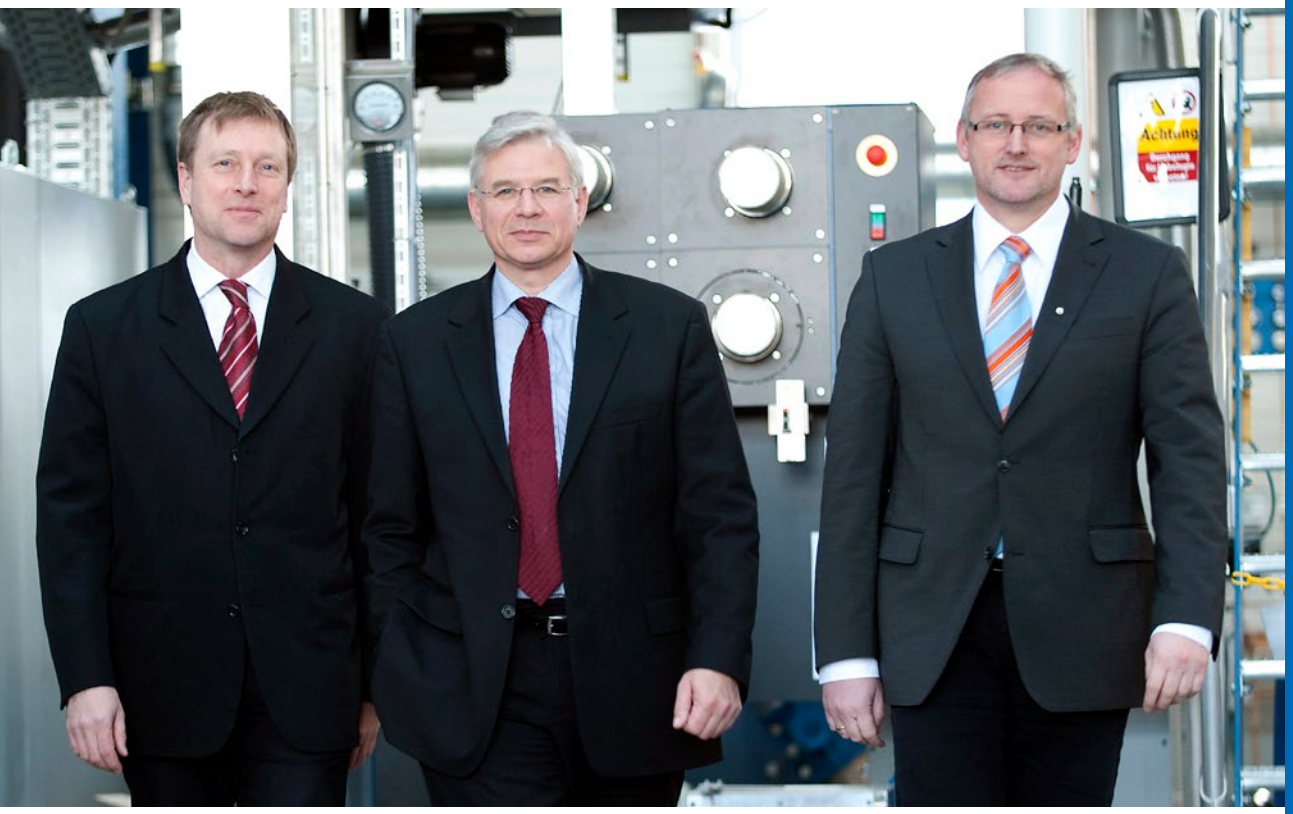
# FASERN – TECHNISCHE TEXTILIEN – FASERVERSTÄRKTE KUNSTSTOFFE

Faserinstitut Bremen e.V.

FASERINSTITUT FIBRE BREMEN

Universität Bremen

**2018**



**Sehr geehrte Mitglieder, Partner und Freunde des Faserinstituts,**

wir freuen uns, Ihnen mit diesem Bericht für die beiden erfolgreichen Geschäftsjahre 2016 und 2017 wieder einen Überblick über unsere Projekte und weitere Aktivitäten geben zu können. Zu den Highlights gehört mit Sicherheit die Vorbereitung des Instituts auf den für Anfang 2019 geplanten Teilumzug in das Leichtbauzentrum EcoMaT. Dort wird das Institut weitere Kooperations- und Wachstumsmöglichkeiten haben und im Juni 2019 auch sein 50-jähriges Bestehen feiern können.

Wir möchten uns an dieser Stelle bei all denjenigen Menschen bedanken, die den Erfolg der letzten zwei Jahre bzw. der jetzt fast 50 Jahre ermöglicht haben, allen voran die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, Mitglieder unserer Gremien, den Projektpartnern, Fördermittelgebern und dem Land Bremen.

Wir wünschen Ihnen viel Freude bei der Lektüre und interessante Einblicke in unsere Arbeit, das Institut und unsere Pläne.

Prof. Dr. Axel Herrmann (Mitte)
Axel Drieling (rechts)
Christoph Hoffmeister (links)

# INHALT


Gremien ..... 6
Kuratorium ..... 6
Wissenschaftlicher Beirat ..... 7

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ..... 8

Das Institut ..... 10
Organisation ..... 10
Labore ..... 11
Lehre und Ausbildung ..... 12
Flugtechnische Vereinigung ..... 13

EcoMaT ..... 14

Veranstaltungen ..... 16
ITHEC 2016 ..... 16
Cotton Conference Bremen 2016 ..... 17

Projekte ..... 18

Veröffentlichungen ..... 48

Kuratoren und Vorstand auf der Sitzung des Kuratoriums im August 2017

# KURATORIUM

Das Kuratorium hat im Berichtszeitraum vier Mal getagt und die Entwicklung des Instituts intensiv begleitet. Dazu hat es sich regelmäßig die aktualisierten Roadmaps der Forschungsschwerpunkte sowie die Wirtschafts- und Stellenpläne erläutern lassen und diese verabschiedet. Das Kuratorium hat weiterhin die wissenschaftlichen Beiräte bestellt und über Grundsatzfragen entschieden.

## Mitglieder des Kuratoriums:

| | |
|---|---|
| Herr Dr. André Walter | Airbus Operations, Bremen (Vorsitzender) |
| Frau Dr. Heide Ahrens | für die Senatorin Wissenschaft, Gesundheit, Verbraucherschutz |
| Herr Dr. Frank Boinski | Daimler, Bremen |
| Herr Prof. Dr. Andreas Breiter | Universität Bremen |
| Herr Karsten Fröse | Baumwollbörse Bremen |
| Herr Dr. Klaus-Jürgen Kraatz | Deutsche Wollvereinigung, Frankfurt |
| Herr Christian Rückert | Airbus Operations, Bremen |
| Herr Dr. Bernd Wohlmann | Teijin Carbon Europe, Wuppertal |



# WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT

Der Wissenschaftliche Beirat hat sich regelmäßig über neue geplante Forschungsvorhaben informiert, hat Empfehlungen für die Schärfung der wissenschaftlichen Fragestellungen ausgesprochen und wichtige Hinweise zum Stand der Forschung und über potentielle Projektpartner gegeben. Er hat sich auf den Sitzungen ebenfalls über die Institutsentwicklung informiert und ein Feedback zu den Forschungsroadmaps gegeben.

Sitzung des wissenschaftlichen Beirats 2016

## Aktuelle Mitglieder:

| | |
|---|---|
| Herr Prof. Dr. Stefan Schlichter | ITA-A, Augsburg (Vorsitzender) |
| Herr Prof. Dr. Lucio Colombi Ciacchi | HMI, Universität Bremen, Bremen |
| Herr Prof. Dr. Bernd Mayer | IFAM, Universität Bremen, Bremen |
| Herr Dr. Ulrich Mörschel | Textechno, Mönchengladbach |
| Frau Prof. Dr. Daisy Nestler | TU Chemnitz, Chemnitz |
| Herr Joan-Dirk Kümpers | F. A. Kümpers, Rheine |
| Herr Bernd Romahn | Weberit Werke Dräbing, Oberlahr |
| Herr Stefan Schmidt | IVGT, Frankfurt |
| Frau Dr. Silke Stüsgen | Teijin Carbon Europe, Wuppertal |
| Herr Hansjörg Wieland | 3N Kompetenzzentrum, Werlte |

## Ausgeschiedene Mitglieder:

Herr Mark Reinders (Hempflax, Oude Pekela, NL), Herr Prof. Dr. Hans-Peter Fink (IAP, Potsdam), Herr Peter Sander (Airbus Operations), Herr Dr. Guntram Kugler (Textechno, Mönchengladbach), Herr Prof. Dr. Hans-Werner Zoch (IWT, Bremen) und Herr Franz-Jürgen Kümpers (SGL-Kümpers, Rheine).
Frau Dr. Petra Kühne - Vertreterin für die Senatorin für Wissenschaft, Gesundheit und Verbraucherschutz - übergab ihre Funktion an Frau Dr. Rita Dunker.

Das Institut bedankt sich für den großen persönlichen Einsatz und die wertvollen Beiträge.

# Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Prof. Dr.
Axel Herrmann

Katharina Arnaut,
M.Sc.

Dipl.-Ing.
Ralf Bäumer

Lucas Biermann

David Bischoff

Dipl.-Ing.
Lars Bostan

Dipl.- Kfm.
Andreas Bothe

Mirka Bothmann

Dipl.- Math.techn.
Arne Breede

Holger
Büttemeyer, M.Sc.

Dr. Mirko Christ

Adli Dimassi,
M.Sc.

Dipl.-Ing.
Axel Drieling

Tim Dunker,
M.Sc.

Dr. Holger
Fischer

Dipl.-Phys.
Oliver Focke

Tim Frerich,
M.Sc.

Till Frieler, M.Sc.

Robert Gaitzsch,
M.Sc.

Hannelore
Gerardi

Corinna
González

Nadine
Gushurst, M.Sc.

Dipl.-Ing.
Manuel Hahn

Dipl.-Ing.
Gerrit Hansen

Elisabeth Hardi,
M.Sc.

Petra Hartwig

Johanne
Hesselbach, M.Sc.

Dr. Nils
Hildebrandt

Dipl.-Ing. Christoph
Hoffmeister

Heiko Ilchmann

Sabrina Jenkel,
M.Sc.

Angelika
Kaminski

Lea Kölsch,
M.Sc.

Maximilian
Koerdt, M.Sc.

Dr. Michael
Koerdt

Jan Kremberg,
M.Sc.

Anna Lang,
M.Sc.

Dominik Lührs

Dipl.-Ing.
Alexander Marx

Dr. Boris Marx

Frederik Meijer,
M.Sc.

Dipl.-Kffr. Saskia
Meyer-Lippek

Dr. Andrea Miene

Dr. Ernö Németh

Katrin Nießen

Michael Petrich,
M.Sc.

Dr. Marcel
Rennoch

Peter Rödig

Frank
Rosenkötter

Dr. Patrick
Schiebel

Tanja Slootmaker

Franziska Stehle,
M.Sc.

Daniel Thal

Dipl.-Ing.
Richard Vocke

Manuela
von Salzen

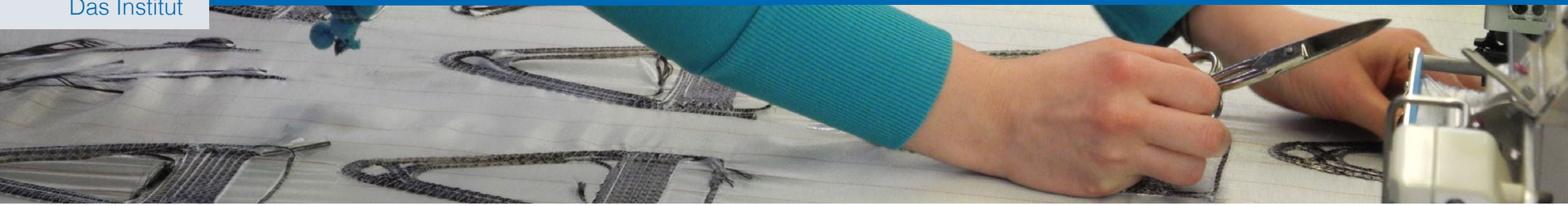
Felix
Wedekämper

Swantje Wegner

Daniel Weigel

Daniel Wilharm

Junhong Zhu,
M.Sc.

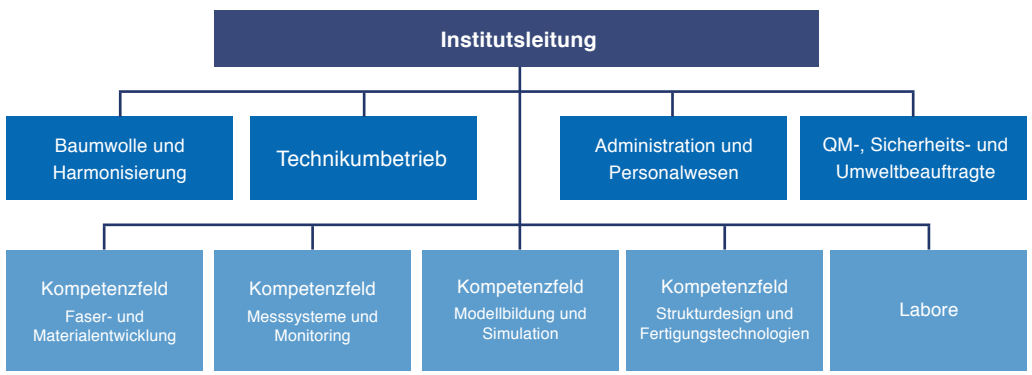


# ORGANISATION

Das Wachstum und die stetige Weiterentwicklung der Forschungsschwerpunkte führte in 2017 zu einer Schärfung der Organisation und zu Umbesetzungen.

Das materialwissenschaftliche Labor wurde zur eigenständigen Organisationseinheit und wird zum 1.1.2018 durch Herrn Dr. Ernö Németh geführt. Die Teams Materialentwicklung und Faserentwicklung gingen in das neue Kompetenzfeld „Faser- und Materialentwicklung“ auf. Die Leitung dieser Abteilung wurde Frau Johanne Hesselbach übertragen. Die Namen der Kompetenzfelder „Struktur- und Verfahrensentwicklung“ sowie „Simulation und Strukturmechanik“ wurden entsprechend ihrer geschärften Ausrichtung umbenannt in „Strukturdesign und Fertigungstechnologien“ bzw. „Modellierung und Simulation“. Frau Dr. Andrea Miene leitet seit Herbst 2017das Kompetenzfeld „Messsysteme und Monitoring“, welches aus der „Prüfmethodenentwicklung“ herausgelöst wurde. Herr Axel Drieling ist zukünftig für alle Themen zur Baumwolle sowie für die Aktivitäten auf dem Gebiet der Harmonisierung und Standardisierung verantwortlich.

Zur Anti-Korruptionsbeauftragten wurde Frau Corinna González benannt und Herr David Bischoff zum Datenschutzbeauftragten. Frau Katharina Arnaut hat ihre Funktion als Frauenbeauftrage an Frau Dr. Andrea Miene übertragen. Im Hinblick auf die in 2018 geplante Rezertifizierung und Umstellung der ISO 9001 auf die Version 9001:2015 hat Herr Ralf Bäumer, Umwelt-Managementbeauftragter, die Funktion des Qualitäts-Managementbeauftragen ab Mitte 2017 in Vollzeit übernommen.




Organisation und Arbeitsbereiche des Faserinstituts



# LABORE

Die Gründung des Instituts geht auf die des Labors für Baumwollprüfungen im Jahr 1955 zurück. Seit 2001 hat eine rasante Entwicklung der Prüfmöglichkeiten für Fasern, Kunststoffe, technische Textilien und Faserverbundwerkstoffen stattgefunden. Wichtige Prüfungen sind heute nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert. Die stetige Erweiterung der Laborausstattung fand ihren vorläufigen Höhepunkt mit der Beschaffung eines CT aus Fördermitteln des Landes Bremen bzw. der EU. Vor dem Hintergrund dieser Entwicklung wird eine komplette Neuaufstellung der Labore im EcoMaT stattfinden. Das Institut wird sich damit als professioneller Partner für materialwissenschaftliche Untersuchungen und Sonderprüfungen empfehlen können. Externen und internen Kunden steht nun folgende Ausstattung bzw. Verfahren zur Verfügung:

## Bildgebende Verfahren

- Schliffbilder
- Lichtmikroskopische Aufnahmen
- Rasterelektronen Mikroskop
- Mikro CT

## Thermische Analysen

- Differential Scanning Calormeter
- Dynamisch-mechanische Analyse
- Platten-Rheometer
- Thermogravimetrische Analyse
- Laser Flash Analyse
- thermische Leitfähigkeit
- Brennkammern

## Chemische Methoden

- Restfettgehalt Soxhlet
- Faservolumengehalt
- Glührückstand

## Mechanische Testmethoden

- Zugprüfmaschinen
- dynamische Prüfungen
- Anlagen zur Messung von Einzelfasern
- Pull-Out-Test (FIMATEST)
- Impact-Tests
- Drapiertest
- Kriechen

## Weitere Faserprüfungen

- Uster HVI
- AFIS
- Premier ART 2 (G-Trash)
- Stickiness Test
- Cottonscope
- Bündelfestigkeit
- Einzelfaserfestigkeit
- Faserfeinheit und -länge
- Trash-Gehalt
- Analyse von Wolle und feiner Tierhaare

# LEHRE UND AUSBILDUNG

Mit dem Angebot von insgesamt 7 Vorlesungen an der Universität und Hochschule Bremerhaven sowie der Betreuung von ca. 50 Abschlussarbeiten und studentischen Projektarbeiten leistet das Faserinstitut einen wichtigen Beitrag in der Ausbildung von Studierenden der Ingenieurwissenschaften. Die Studentinnen und Studenten konnten dabei selbständig und gleichzeitig fachlich unterstützt von erfahrenen Wissenschaftlichen Mitarbeitern aktuelle Fragestellungen der angewandten Materialwissenschaft sowie dem Leichtbau mit Faserverbundwerkstoffen bearbeiten.

Im Wintersemester 2017/2018 konnte die überarbeitete Master-Vertieferrichtung „Luftfahrttechnik“ erstmalig angeboten werden. Die Spezialisierung wurde erforderlich, nachdem ein neuer Studiengang „Raumfahrttechnik“ angeboten wurde und die Vertieferrichtung „Luft- und Raumfahrttechnik“ damit an Attraktivität verloren hat. Zusammen mit der Akademie für Weiterbildung wurde im Rahmen eines BMBF-Förderprojekts ein berufsbegleitendes Zertifikat-Studium „Luftfahrttechnik“ entwickelt. Das Modell erhält durch die Brückenfunktion des Instituts zwischen Industrie und Universität auch eine besondere Bedeutung im Sinne des EcoMaT.

Eine Brücke für die interdisziplinäre Zusammenarbeit verschiedener Institute der Universität bildete auch die DFG-Forschergruppe „Schwarz-Silber“. Neben der Erforschung und Entwicklung neuer Hybridverbindungen bot sie zahlreichen Wissenschaftlichen Mitarbeitern und Studierenden die Möglichkeit der wissenschaftlichen Weiterqualifikation.

Abschlusskolloquium der DFG Forschergruppe „Schwarz-Silber“ im Herbst 2017



# FLUGTECHNISCHE VEREINIGUNG HENRICH FOCKE E.V.

Der Verein FVHF e.V. wurde mit dem Ziel gegründet, die Wissenschaft, Forschung und den aktiven Flugsport zu fördern und Studierende dafür zu begeistern. Dazu wurde auch intensiv am Bau eines Ultralight-Flugzeugs gearbeitet, welches zum einen die Bauweise eines Kleinflugzeugs vermittelt und gleichzeitig als Technologieträger zur Verfügung stand, neue Komponenten und Systeme selbst zu entwickeln und zu testen. Dazu sind in der Vergangenheit in Form von vielen studentischen Arbeiten Untersuchungen und Entwicklungen eingeflossen. Weiterhin wird aktuell an der Ausarbeitung einer Lehrveranstaltung gearbeitet, deren Inhalt sich an der theoretischen Ausbildung für die Fluglizenz orientiert.

Einen großen Schritt in Richtung der Fertigstellung hat das Flugzeug in 2016 und 2017 gemacht. Ein gefördertes Projekt wird sich mit der Entwicklung eines CFK-Motorträgers beschäftigen, der integrierte Crashelemente besitzt, um die Insassen bei einem Absturz zu schützen. Ein weiteres Highlight ist die Eigenentwicklung der Instrumentierung inklusive eines Glascockpits.

Dank einer Spende von Airbus Bremen kann die Lackierung des Flugzeugs finanziert werden. Der Erstflug ist Anfang 2019 geplant.

Das Ultralight-Flugzeug im „Rohbau“

Visualisierung EcoMaT

EcoMaT Richtfest 2018

# CENTER FOR ECO-EFFICIENT MATERIALS & TECHNOLOGIES

EcoMaT
Center for Eco-efficient Materials and Technologies

In großen Schritten nähert sich der Teilumzug des Instituts in das EcoMaT. Im Berichtszeitraum wurden umfangreiche Aktivitäten vorgenommen, um Anfang 2019 dort einzuziehen und den Betrieb unmittelbar aufnehmen zu können. Für das Faserinstitut bietet das Projekt EcoMaT große Chancen, sich eng und unmittelbar mit den dortigen Partnern Airbus, Testia, IFAM, IWT und DLR zu vernetzen, sich mit den Ausstattungen und Kompetenzen zu ergänzen und Kooperationsprojekte zu bearbeiten.

Während das Gebäude große Fortschritte machte, hat FIBRE zusammen mit Partnern erste Projektanträge im bremischen LuRaFo-Programm gestellt, die zu innovativen Leichtbaulösungen führen werden und unter dem Dach des EcoMaT umgesetzt werden sollen. Mit Unterstützung der Senatorin für Wissenschaft, Gesundheit und Verbraucherschutz sowie dem Senator für Wirtschaft, Arbeit und Häfen wurden zwei Förderprojekte beantragt und genehmigt, deren Inhalt eine Vorlaufforschung für neue Technologieschwerpunkte ist und die Ausstattung mit dazugehörigen Anlagen zum Ziel hat. Aus den Mitteln wurde in 2017 eine moderne Spritzgießmaschine beschafft, die vor der Fertigstellung des Gebäudes temporär aufgestellt wurde, um unmittelbar erste Projektarbeiten durchführen zu können.

Mit der Kombination von Spritzgießtechnologie mit Ergebnissen der Forschungsschwerpunkte 3D-Druck, Thermoformen und TFP wird es perspektivisch möglich, wirtschaftliche und serientaugliche Faserverbundbauteile mit einem hohen Integrationsgrad und Gewichtsvorteil in Luft- und Raumfahrzeugen, im Automobilbau, aber auch im allgemeinen Maschinenbau und der Landmaschinentechnik einzusetzen. Für die genannten Branchen wurden erste Entwicklungsprojekte definiert und teilweise ausformuliert. Weitere Ausstattungsergänzungen konnten in 2017 spezifiziert werden, so dass im EcoMaT direkt nach dem Einzug das zusätzliche, neu ausgestattete Technikum in Betrieb gehen wird.

Im Kontext mit dem EcoMaT ist es dem Institut in enger Kooperation mit der Wirtschaftsförderung Bremen auch gelungen, ein erfolgreiches ZIM-Netzwerk in Bremen anzusiedeln. Inhaltlich ist das neue Netzwerk „Production Evolution Network“ (PREVON) auf die Entwicklung neuer Fertigungsverfahren zur industriellen Nutzung von innovativen Materialien fokussiert. Es wird besonders dafür geeignet sein, nicht-bremische Partner für die Zusammenarbeit zu gewinnen, um so in Bremen fehlende Kompetenzen anzubinden und aus dem EcoMaT heraus Bedarfe nicht-bremischer Partner mit Projektbeiträgen erfüllen zu können.

PREVON
PRODUCTION EVOLUTION NETWORK

IWS Innovations- und Wissensstrategien GmbH
PREVON - Production Evolution Network
Fahrenheitstraße 1 (BITZ) | 28359 Bremen
Telefon +49 421 2208 330
info@iws-nord.de | www.prevon.net

Spritzgießmaschine für das EcoMaT

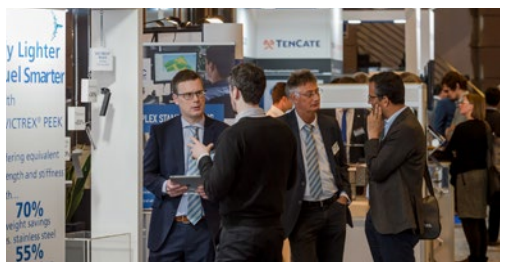
ITHEC 2016 © Messe Bremen

# INTERNATIONAL CONFERENCE & EXHIBITION ON THERMOPLASTIC COMPOSITES 2016

Im Oktober 2016 veranstaltete das Faserinstitut zum dritten Mal in Kooperation mit der Messe Bremen die internationale Konferenz zu thermoplastischen Hochleistungs-Compositen. Schwerpunkte waren Erfahrungen und neueste Entwicklungen dieser Werkstoffklasse für die Automobil- und Luftfahrtindustrie. Die Veranstaltung bot ca. 30 Vorträge und 20 Posterpräsentationen und wurde von über 250 Experten aus 21 Ländern besucht. Begleitet wurde die Konferenz von einer Ausstellung mit 38 internationalen Ausstellern.

Die ITHEC 2018 findet am 30. und 31. Oktober 2018 in Bremen statt.
Die ITHEC 2020 ist am 13. und 14. Oktober 2020 geplant.

Session Luftfahrt © Messe Bremen




Begleitausstellung © Messe Bremen

Tagungseröffnung, Ernst Grimmelt, Präsident der Bremer Baumwollbörse

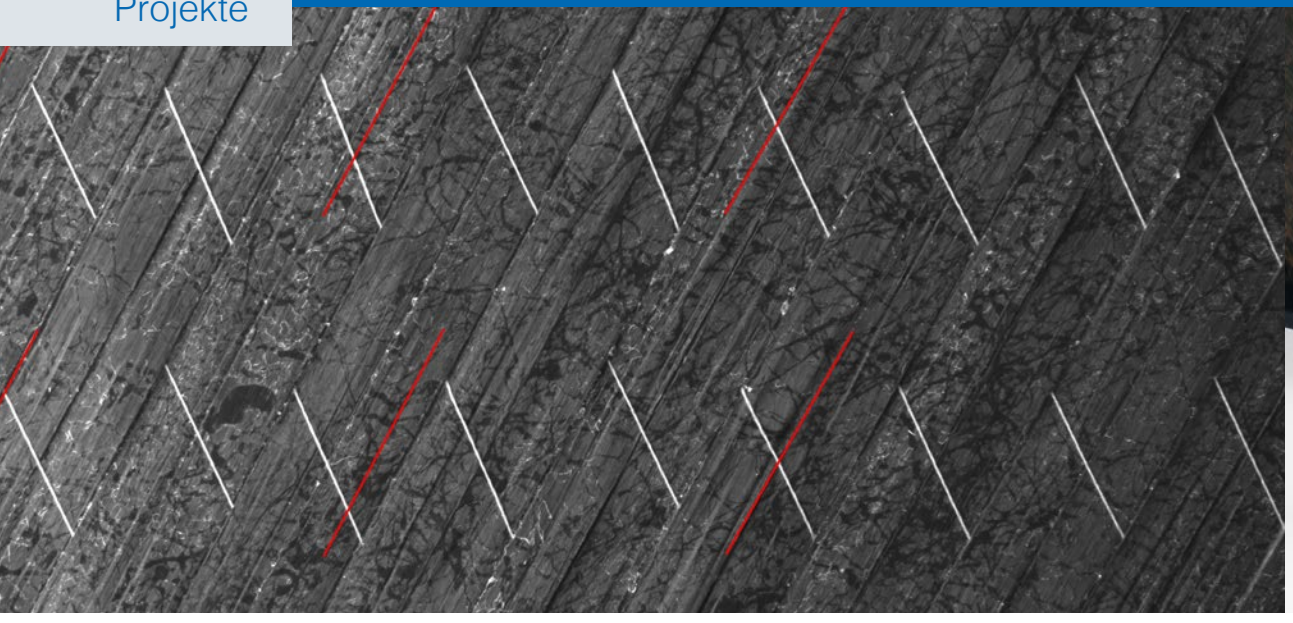
# INTERNATIONAL COTTON CONFERENCE BREMEN 2016

Unter dem Thema „Cotton – Connecting High Tech and Nature“ fand im März 2016 die 33. Internationale Baumwollkonferenz in Bremen statt. Mehr als 450 Teilnehmer aus 40 Ländern waren angereist, um sich im Rahmen der Tagung und der zahlreichen Nebenveranstaltungen über die neuesten Entwicklungen von der Pflanzenzucht und Biotechnologie bis hin zu innovativen Baumwollprodukten zu informieren und auszutauschen.

Die 34. Tagung fand im März 2018 statt. Durch das attraktive Tagungsprogramm und neue Nebenveranstaltungen wie das Spinners Seminar und die mit dem Weser-Kurier organisierte SUSTAIN-Veranstaltung für das interessierte Allgemeinpublikum konnte für die Tagung selbst die Teilnahme auf 500 Teilnehmer gesteigert werden.

Tagungseröffnung durch Bürgermeister Dr. Carsten Sieling

Tagungspublikum



# 3D-MOSAIK

## OPTISCHES MESSSYSTEM ZUR 3D-PREFORMANALYSE

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages
ZIM Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung eines optischen Messsystems zur digitalen Analyse von Preforms. Zu den Funktionen des Systems gehören die Kombination von 3D- und 2D-Messverfahren, um alle relevanten Merkmale komplexer Preformen erfassen zu können, sowie die Entwicklung von Visualisierungstools zur Auswertung und Darstellung der Ergebnisse. Das System ermöglicht eine Quantifizierung von Merkmalen realer Bauteile, die bisher nicht möglich war. Es kann zur Optimierung der Herstellung, zur Validierung der Prozesssimulation oder zur Übertragung realer Faserorientierungen in FEM-Programme genutzt werden.

**Fördermittelgeber, FKZ** BMWi ZIM, 2444810GR4
**Projektbearbeiter** Dr. Andrea Miene • miene@faserinstitut.de
**Kooperationspartner** IFB Uni Stuttgart, DESCAM 3D Technologies



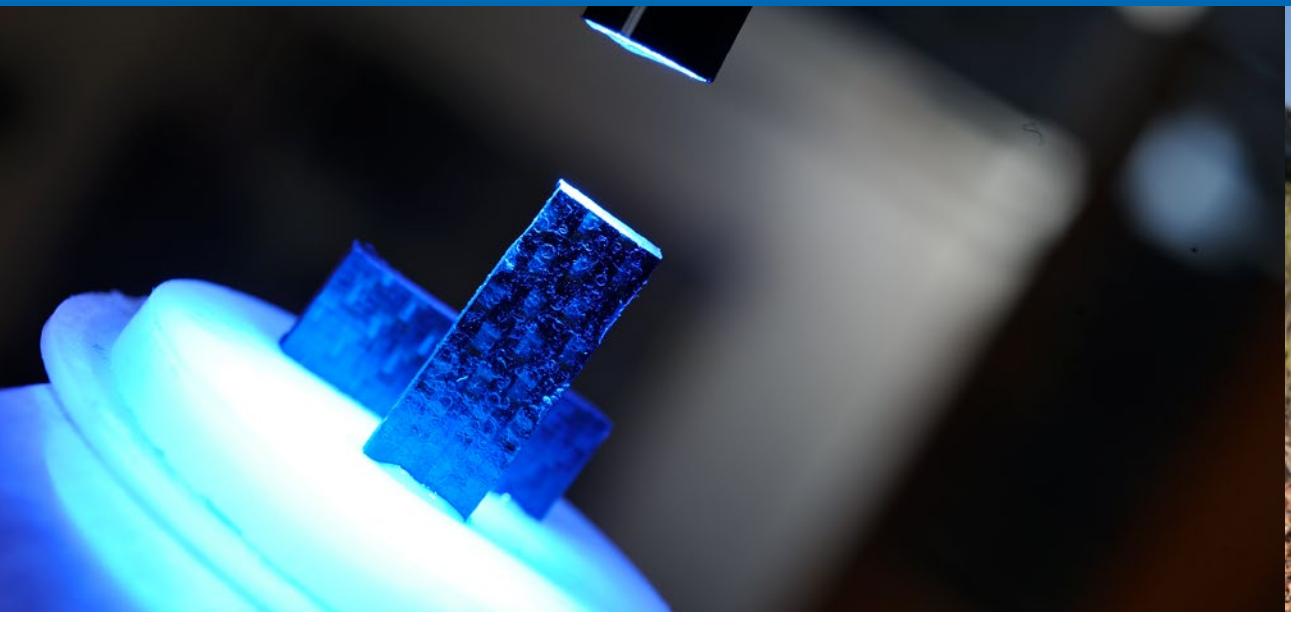
# AEROPUL

## GEKRÜMMTE PULTRUSIONSPROFILE FÜR LUFTFAHRTANWENDUNGEN

Clean Sky 2

AeroPul ist Teil des EU-geförderten Programmes Horizon 2020 – Clean Sky 2. Ziel ist die Herstellung eines gekrümmten FKV-Profils mittels Pultrusion zur Demonstration der Verfahrenseignung für primäre und sekundäre Strukturen in der Luftfahrt mit einem luftfahrtzugelassenem Harzsystem. Neben der Prozessparameterfindung werden die Pultrusionsversuche die Anfertigung und Analyse von Prüfkörpern ermöglichen und so die nötigen Informationen zur Erreichung von TRL2 bzw. 3 (Technology Readiness Level) liefern. Weiterhin soll das Projekt aufzeigen, welche weiteren Schritte einzuleiten sind, um höhere TRL-Stufen zu erreichen.

**Fördermittelgeber, FKZ** Horizon 2020 – Clean Sky 2
**Projektbearbeiter** Gerrit Hansen • hansen@faserinstitut.de
**Kooperationspartner** Thomas Technik + Innovation



# AIM DATA

## ANPASSBARE INTERAKTION MIT MATERIAL-WISSENSCHAFTLICHEN FORSCHUNGSDATEN

In den Materialwissenschaften wird durch ein breites Spektrum unterschiedlicher Experimente eine große Menge an Forschungsdaten generiert. Experimentelle Forschungsdaten einschließlich Metadaten werden heute oft dezentral von den Forschern, die die Experimente durchführen, ohne allgemein anerkannte Standards für die Speicherung von Daten gespeichert.

Ziel des Projekts ist das bisher dezentral und heterogen organisierte Datenmanagement in eine leistungsfähige, zentral organisierte Dateninfrastruktur zu überführen, um dadurch werkstoffwissenschaftliche Forschungsdaten langfristig und nachhaltig der Forschergemeinde zur Verfügung zu stellen. Dazu wurde ein erstes System im Vorgängerprojekt Infosys entwickelt und dem Pilotanwender Institut für Werkstofftechnik für Versuchsdaten an metallischen Werkstoffen zur Verfügung gestellt. An dem aktuellen Projekt beteiligen sich mehrere Institute der Universität Bremen: Faserinstitut Bremen e.V (FIBRE)., Institut für integrierte Produktentwicklung (BIK), Institut für Werkstofftechnik (IWT), Technologie-Zentrum Informatik (TZI) und die Amtliche Materialprüfanstalt (MPA)

**Fördermittelgeber, FKZ** DFG, HE 2574/35-1
**Projektbearbeiter** Johanne Hesselbach • hesselbach@faserinstitut.de
**Kooperationspartner** BIK, IWT, TZI, MPA Bremen

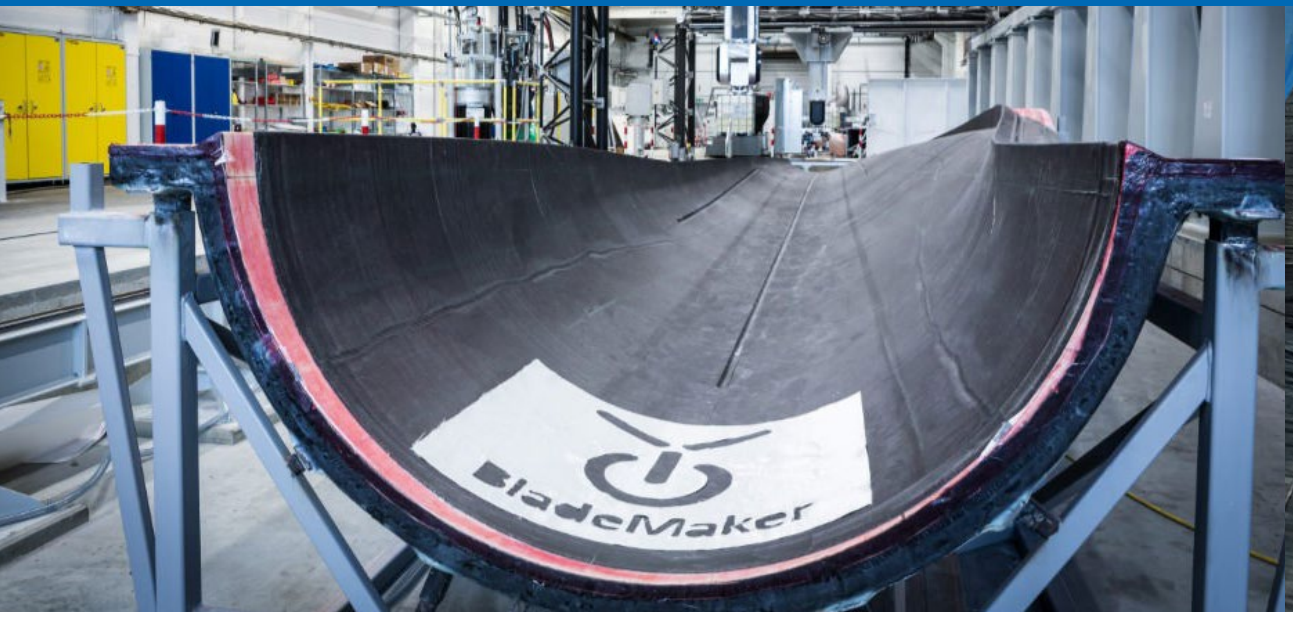
# AKTIV-ORTHESE

## SPRUNGGELENKORTHESE MIT KÜNSTLICHEM MUSKEL

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages
ZIM Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

Das Gehen der Menschen kann durch zahlreiche neurologische und muskuläre Erkrankungen oder durch Verletzungen beeinträchtigt werden. Oftmals liegt dabei eine Abschwächung der Plantar- und Dorsalflexoren vor, welche das Senken und Heben der Füße ermöglichen. Damit sich Menschen mit den entsprechenden Beeinträchtigungen „gesund“ fortbewegen können, gibt es u. a. Orthesen. Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer aktiven, weichen Sprunggelenkorthese für den Einsatz bei Patienten mit einer Fallfußsymptomatik bzw. ausgeprägten Fußheberschwäche. Zu diesem Zweck soll ein System entwickelt werden, welches den Patienten einen physiologisch „normalen“ Bewegungsumfang im Sprunggelenk erlaubt. Dazu wird vom Faserinstitut eine neuartige Aktuatorik – künstliche Muskeln als Bündel zur individuellen Unterstützung – auf Basis von Polymerfasern entwickelt. Das Funktionsprinzip der künstlichen Muskeln basiert dabei auf der Tatsache, dass verdrillte Fasern unter Einführung von Wärme einem Torsionseffekt unterliegen, welcher zu einer Verkürzung der gebildeten Spirale, analog zu einer Schraubenfeder, führt. Um künstliche Muskeln mit einem möglichst hohen Wirkungsgrad zu erzeugen, die auch gleichzeitig schnell kontrahieren können, müssen sowohl die mechanischen als auch die thermischen Eigenschaften optimiert werden.

**Fördermittelgeber, FKZ** BMWi ZIM, 16KN048250
**Projektbearbeiter** Dr. Boris Marx • marx@faserinstitut.de
**Kooperationspartner** GeBioM, CESYS, HSU




# BLADEMAKER

## INDUSTRIEPRODUKTION ROTORBLATT

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Bei der Rotorblattproduktion wird vorwiegend auf Handarbeit gesetzt. Ziel des Projektes BladeMaker ist eine weitgehende Automatisierung der Fertigung. Damit soll zum einen eine generelle Minderung der Produktionskosten realisiert werden. Zum anderen kann durch eine höhere Fertigungsqualität der Ausschuss reduziert und eine verkürzte Belegungszeit erreicht werden. Dafür wird die gesamte Blattfertigung von der Formbelegung über die Infusion bis hin zur Endbearbeitung betrachtet. Die Projektergebnisse für die einzelnen Produktionsschritte werden im Zuge einer automatisierten Fertigung eines Rotorblattabschnittes im Blademaker-Demozentrum dargestellt. Im Faserinstitut Bremen werden im Rahmen des Projektes BladeMaker die Infusion und der Aushärteprozess untersucht. Mithilfe der Fließsimulation ist es möglich die neu entwickelten Prozesse im Demozentrum zu entwickeln und zu validieren. Im Fokus steht dabei die Infusion unter einem geschlossenen Schaumkern hindurch.

**Fördermittelgeber, FKZ** BMWi, 0325435E
**Projektbearbeiter** Arne Breede • breede@faserinstitut.de
**Kooperationspartner** IWES, IFAM, Siemens, Henkel, BASF, Sinoi, Hexion, BIK, e.a.

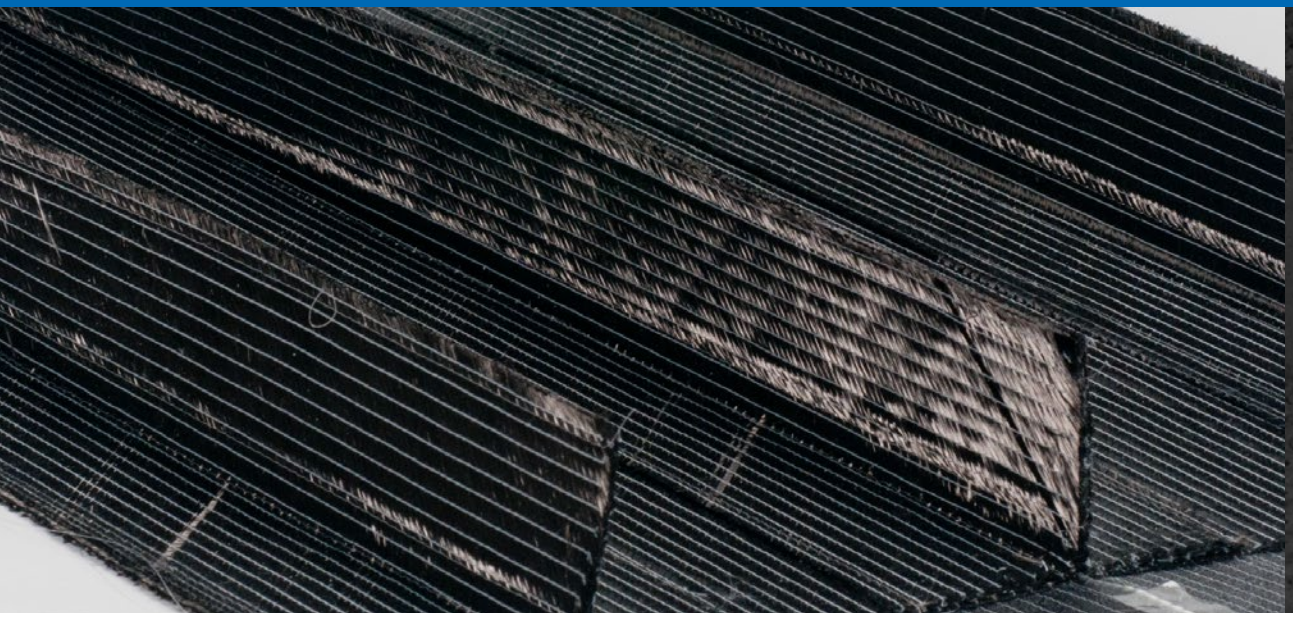
# CURING TRANSPONDER

## INTEGRATION VON RFID-TRANSPONDERN IN FASERVERBUNDWERKSTOFFEN

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages
ZIM Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

Ziel des Forschungsvorhabens ist, einen RFID-Curing-Transponder zu entwickeln, welcher in Composite-Bauteile und gegebenenfalls auch deren Bauteilform integriert werden kann, um online und in situ Auskunft über den Aushärtegrad der polymeren Matrix zu erhalten. Bei Infusions- und Injektionsverfahren beispielsweise soll die Messmethode Daten über die Harzfront und ihren Verlauf liefern, um so detaillierte Informationen über den inneren Bauteilzustand und den Aushärtegrad zu erhalten. Diese spezifischen Informationen sollen auf dem Chip des Transponders gespeichert und bereitgestellt werden, so dass diese für die Analyse und Optimierung von Fertigungsprozessen eingesetzt werden können. Darüber hinaus soll der innovative Transponder auch über den gesamten Lebenszyklus des Bauteils wichtige Informationen in einer digitalen Bauteillebensakte speichern und abrufbereit halten. Mit dieser ins Bauteil integrierten Akte können z. B. Qualitätsnachweise, die Erkennung von Plagiat-Bauteilen als auch Logistikprozesse oder das Ersatzteilmanagement beim Endanwender deutlich vereinfacht werden. Ein im Vorhaben verfolgter Ansatz sieht vor, die Transponder-Antenne zugleich als Sensor für die Messung von Aushärtegradänderungen einzusetzen. Als Vergleichsmethoden zur Verifizierung der mittels RFID-Sensoren gemessenen Aushärteverläufe werden bekannte Verfahren der Analyse von Polymeren eingesetzt, insbesondere die Differential Scanning Calorimetry und mechanische Testverfahren wie die DMA. Weiterhin werden vergleichende Messungen der Aushärtung mit konventionellen dielektrischen Sensoren durchgeführt.

**Fördermittelgeber, FKZ** BMWi ZIM, FKZ 16KN021255
**Projektbearbeiter** Elisabeth Hardi • hardi@faserinstitut.de
**Kooperationspartner** tagItron, Haindl Kunststoffverarbeitung, BIBA



# EFFKAB

## EFFIZIENTE KABINENARCHITEKTUREN

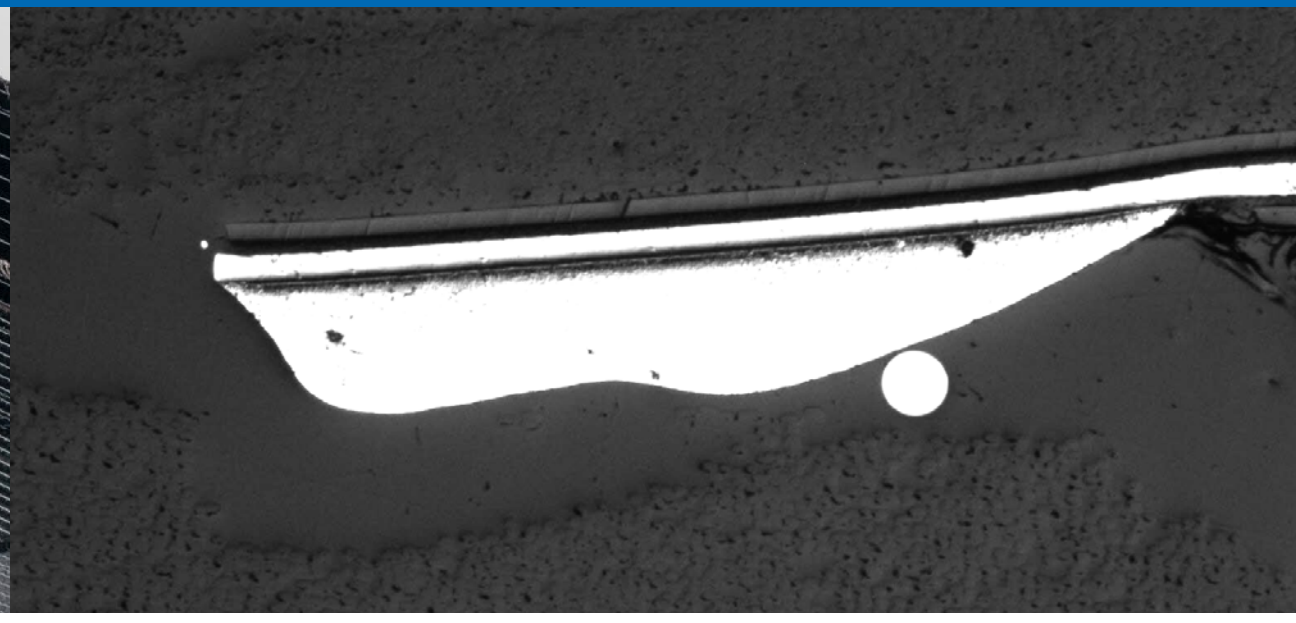
Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Im Projekt EFFKAB wird eine Fertigungsmethode untersucht, die die Kosten von Kabinenteilen reduziert und gleichzeitig eine Funktionsintegration ermöglicht. Eine zusätzliche Herausforderung stellen die hohen Flammschutzanforderungen dar. Die Technologieentwicklung ist gut geeignet, zukünftig eine Vielzahl von Interieurbauteilen zu substituieren und dabei gleichzeitig auch wirtschaftlich kundenspezifische Anforderungen hinsichtlich Zusatzfunktionen, Designs oder Integrationsgrad zu erfüllen.

Basis des Verfahrens ist der SMC-Prozess, der um strukturtragende Faserverbundstrukturen ergänzt wird, die mittels Fibre-Placement-Verfahren hergestellt werden. Das FIBRE entwickelt und optimiert die TFP-Strukturen hinsichtlich der mechanischen Anforderungen und eines guten Infiltrierverhaltens. Weiterhin übernimmt das Institut die Aufgabe, die Materialien zu charakterisieren und die Qualität der Demonstratorstrukturen zu validieren. Neben mechanischen Tests kommt dazu auch die Untersuchung mittels REM- und Mikro-CT zum Einsatz. Das DLR unterstützt das Vorhaben mit der Entwicklung von numerischen Analysemethoden des Multimaterialverbunds.

**Fördermittelgeber, FKZ** BMWi LuFo V.2
**Projektbearbeiter** Holger Büttemeyer • buettemeyer@faserinstitut.de
**Kooperationspartner** Airbus Operations, DLR Brauschweig, 3D-Icom





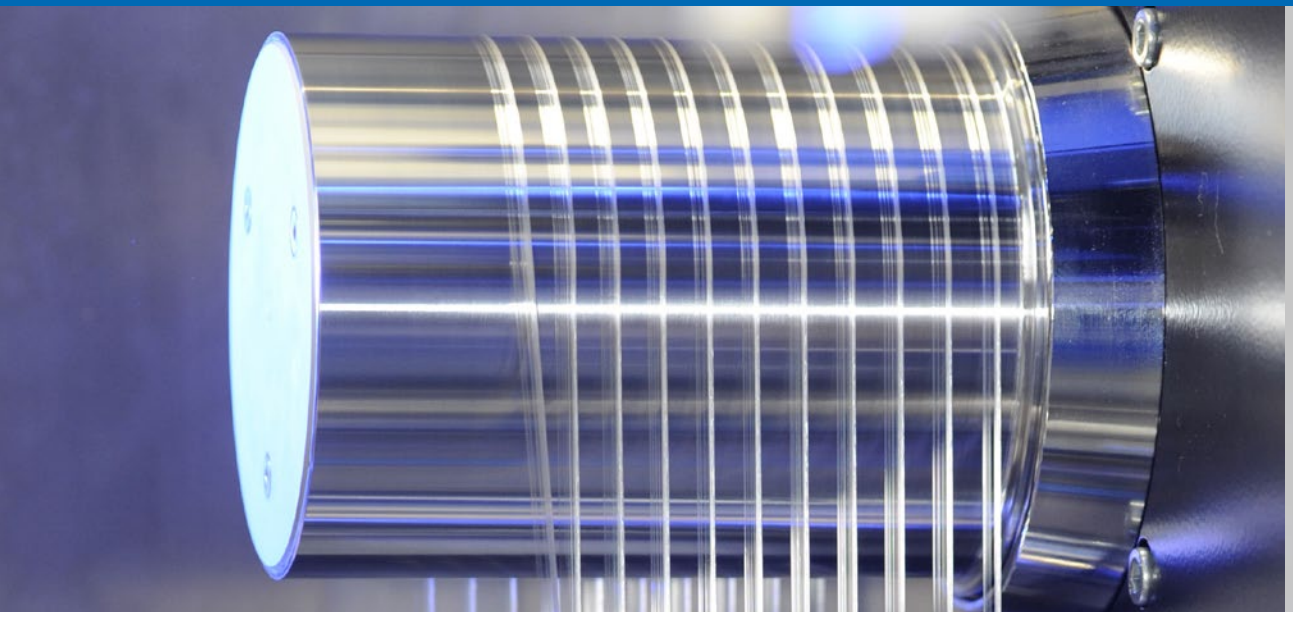
# FIBRE & FLOW

## MINIATURISIERUNG VON DRUCKSENSOREN

DFMRS Deutsche Forschungsvereinigung für Meß-, Regelungs- und Systemtechnik e.V
GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

Die Herstellung von großen und komplexen Faserverbund-Strukturen ist teuer und zeitaufwändig. Zusätzlich besteht die Gefahr, dass Unwägbarkeiten während der Infusion zu Poren und trockenen Stelle führen. Häufig findet die Optimierung des Prozesses noch in Versuchen und mittels Trial-and-Error statt, was nicht nur einen großen Zeitaufwand erfordert, sondern auch wegen der Materialien hohe Kosten erzeugt. Daher ist das Interesse groß, das Bauteil schnell, sicher und vollständig zu infusionieren, bevor das Duromer reagiert bzw. die steigende Viskosität zu Problemen führt. Das Projekt Fibre&Flow verfolgt den Ansatz, in Echtzeit die Druckverteilung im Bauteil während der Infusion zu messen, die Werte zu interpretieren und diese Informationen perspektivisch zu nutzen, um die Infusion bzw. auch die dann einsetzende Aushärtung des Polymers zu regeln. Im Projekt wird daher ein miniaturisierter Piezo-Druck-Sensor entwickelt, der in das Verstärkungstextil eingebettet wird und sowohl Aussagen über die Fließfront bei der Infusion als auch über den Aushärtegrad liefert. Eine besondere Herausforderung ist, dass der bzw. die Sensoren die Fließfront selbst nicht beeinflussen dürfen und, da sie im Bauteil verbleiben, auch keinen negativen Einfluss auf deren Lebensdauer haben dürfen. Diese Technologie ist besonders interessant für Rotorblätter von Windkraftanlagen, die zukünftige Flügelschalenherstellung von Verkehrsflugzeugen sowie den Schiffbau.

**Fördermittelgeber, FKZ** BMBF, 03PS2B
**Projektbearbeiter** Adli Dimassi • dimassi@faserinstitut.de
**Kooperationspartner** FWBI (PBA: Airbus, Fibretech, CTC, Haindl, Carbon Rotec)



# FIBREFOAM

## MULTIFUKTIONALE PORÖSE FASERN ZUR SCHALL- UND THERMOISOLIERUNG

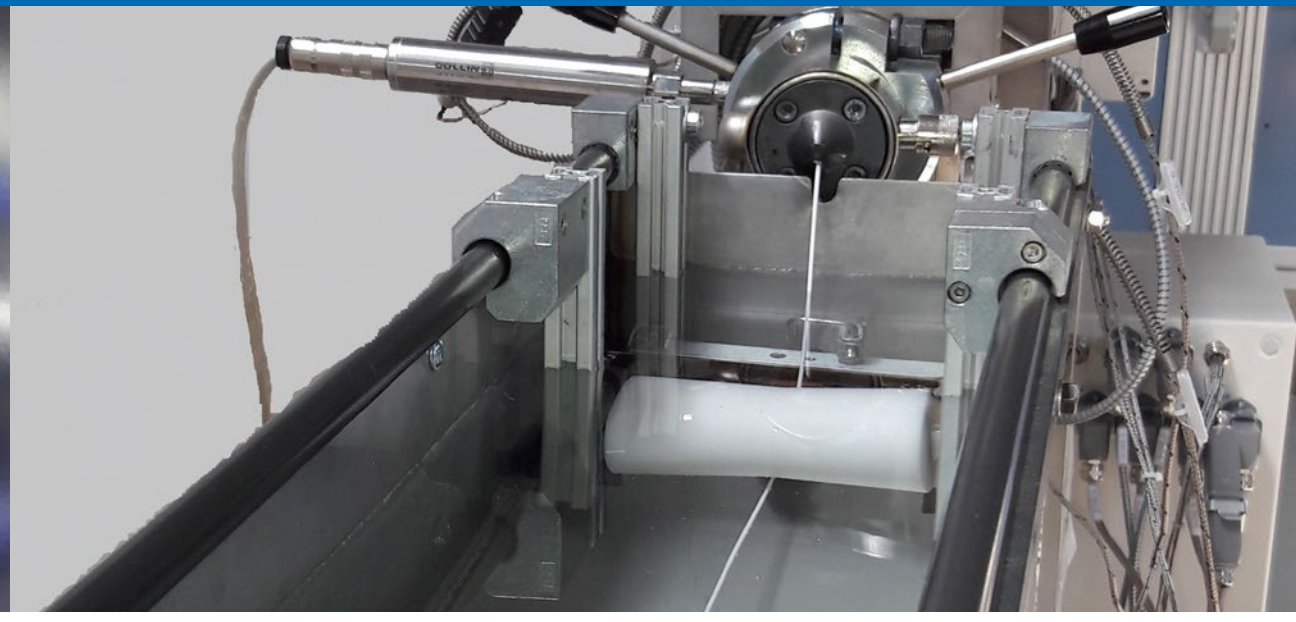
Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung von kostengünstigen, umweltschonenden, porösen Fasern unter Verwendung des Schmelzspinnverfahrens und die Analyse deren Einsatzpotentials für Schall- und Thermoisolierungsanwendungen. Hierbei werden in Anlehnung an den Schaumextrusionsprozess chemische Treib- / Quellungsmittel innerhalb der Polymerschmelze, aber außerhalb der Spinndüse, thermisch aktiviert und bewirken während des Fadenbildungsprozess die Ausbildung von porösen / geschäumten Strukturen.

Das Fasermaterial lässt sich entsprechend der gewählten Fasermorphologie in nachfolgenden Produktionsschritten zu Textilien und textilen Halbzeugen weiterverarbeiten. Diese eignen sich auf Grund ihrer Eigenschaften in den Bereichen Chemie, Umwelt, Medizin und Pharmazie zur Stofftrennung bzw. für Filtersysteme, für die Wärmedämmung und Schallisolierung sowie für die Katalyse unter Einbringung der entsprechenden Katalysatoren.

**Fördermittelgeber, FKZ** BMWi, AiF Forschungskuratorium Textil, 17848 N/1
**Projektbearbeiter** Lars Bostan • bostan@faserinstitut.de
**Kooperationspartner** PBA: Dienes, Gebr. Röder, BASF, Güth & Wolf, Polyvlie





# FLATISA

## FLAMMGESCHÜTZTE, TEMPERATURBESTÄNDIGE THERMOPLASTE FÜR DEN INDUSTRIELLEN SERIENEINSATZ

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Ziel des Forschungsprojektes FLATISA ist die Entwicklung von temperaturbeständigen und schwer entflammbaren Thermoplasten für den industriellen Einsatz in Additiven Fertigungsverfahren in der Flugzeug- sowie Schienenverkehrsbranche mit Fokus auf den Interieurbereich. Dort bestehen hohe Anforderungen an die Einhaltung der Grenzwerte für Wärmefreisetzung, Brenndauer, Freisetzung toxischer Gase und Rauchgasdichte. Im ersten Schritt werden die Anforderungen an Materialien und Bauteile definiert. Für die Materialentwicklung wird ein breites Material-Screening der am Markt verfügbaren Matrixmaterialien (PA 6, PA 6.6, PPS, PEI, PEKK, PEEK) sowie verschiedenen Faserarten (Fasermaterial, Größe, Filamentanzahl und -dichte) durchgeführt. Diese werden auf ihre Eignung für den Einsatz der definierten Anwendungen untersucht. Darüber hinaus werden im Projekt Materialien mittels Additiven modifiziert, sodass die geforderten Eigenschaften erfüllt werden. Für den faserverstärkten Fused Layer Modeling-Prozess werden Halbzeug-Fertigungsstrategien entwickelt und untersucht, welche sich in der Art des Halbzeugs, der Materialien und der Kombinationsmethode unterscheiden.

Mit Projektpartnern wird parallel ein 3D-Drucksystem aufgebaut mit dem die zuvor hergestellten faserverstärkten Hybridwerkstoffe verarbeitet und die Materialeigenschaften analysiert werden können.

**Fördermittelgeber, FKZ** BMBF, 03XP0099H
**Projektbearbeiter** Frederik Meijer • meijer@faserinstitut.de
**Kooperationspartner** Airbus, Siemens, VEW, AM Polymer Research, Uni Duisburg

# FLEXOMAT

## FLEXIBLE POSITIONIERUNGSWERKZEUGE FÜR DAS FRÄSEN VON FASERVERBUND-MATERIALIEN

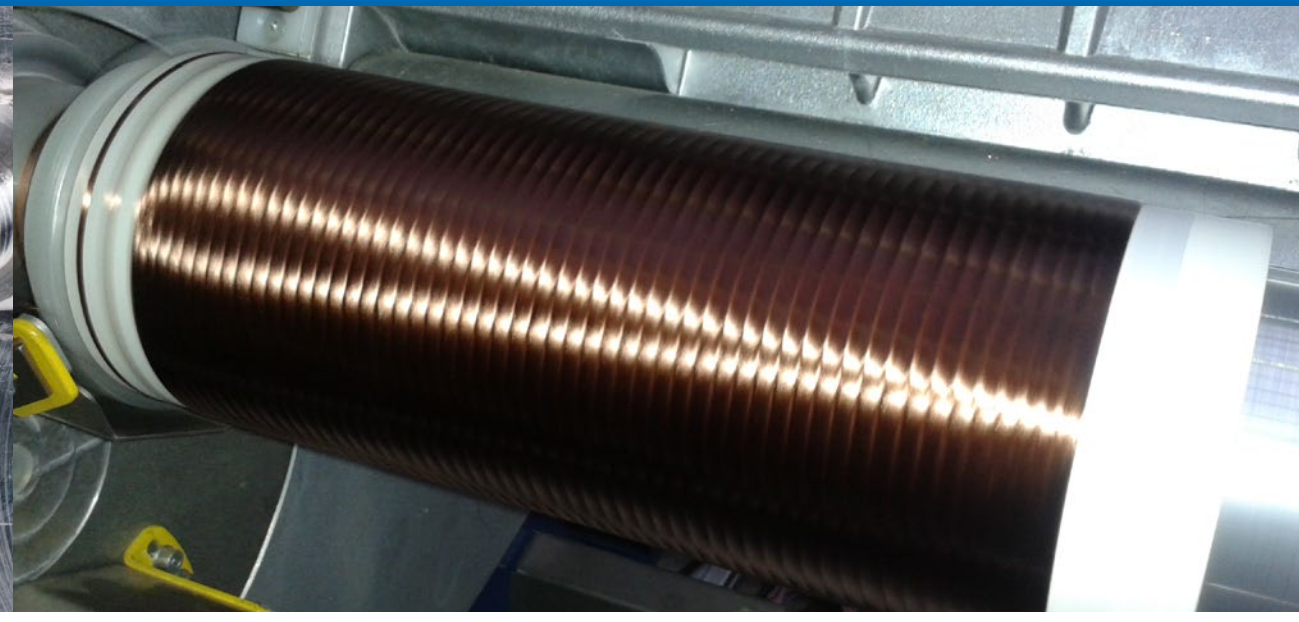
Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Ziel des Verbundvorhabens FLEXOMAT ist, flexible, intelligente und universell einsetzbare Lösungen für das Positionieren und Aufspannen von Faserverbundbauteilen zu entwickeln. Es sollen dabei dieselben Toleranzen und Bauteilqualitäten erreicht werden, wie es auf bauteilspezifischen Spannvorrichtungen möglich ist. Die Anpassung der Spannvorrichtung an die Geometrie verschiedenartiger Bauteile wird über Aktuatoren sichergestellt, die in einem Spannfeld flexibel positioniert werden können. Die Ankopplung an das Bauteil erfolgt über Vakuumsauger, wobei neben klassischen Saugköpfen für ebene Bereiche auch bauteilspezifische Formsauger verwendet werden können, die neben der Fixierung auch als Anschlagpunkte für die Positionierung des Bauteils dienen. In das Formwerkzeug sind Sensoren integriert, die eine Prozessüberwachung ermöglichen und ein gegebenenfalls nötiges Eingreifen in den Fertigungsprozess ermöglichen. Ein wesentlicher Unterschied zu existierenden Spannvorrichtungen ist die enge Verknüpfung mit der Software: eine kontextbasierte Prozessdarstellung vereinfacht die Kommunikation zwischen Engineering und Fertigung, eine weitere Softwarelösung optimiert die Positionierung der Aktuatoren basierend auf den CAD-Daten des Bauteils.

Durch die Verwendung des im Projekt entwickelten, flexiblen Spannwerkzeugs lassen sich die Kosten für Spannwerkzeuge reduzieren, Entwicklungszeiten minimieren und Lagerplatz einsparen.

**Fördermittelgeber, FKZ** BMWi LuFo V.2
**Projektbearbeiter** Tim Frerich • frerich@faserinstitut.de
**Kooperationspartner** Josef-Weischer, CB Process





# GREENLIGHT

## KOSTENEFFIZIENTE LIGNIN-BASIERTE KOHLENSTOFFFASERN

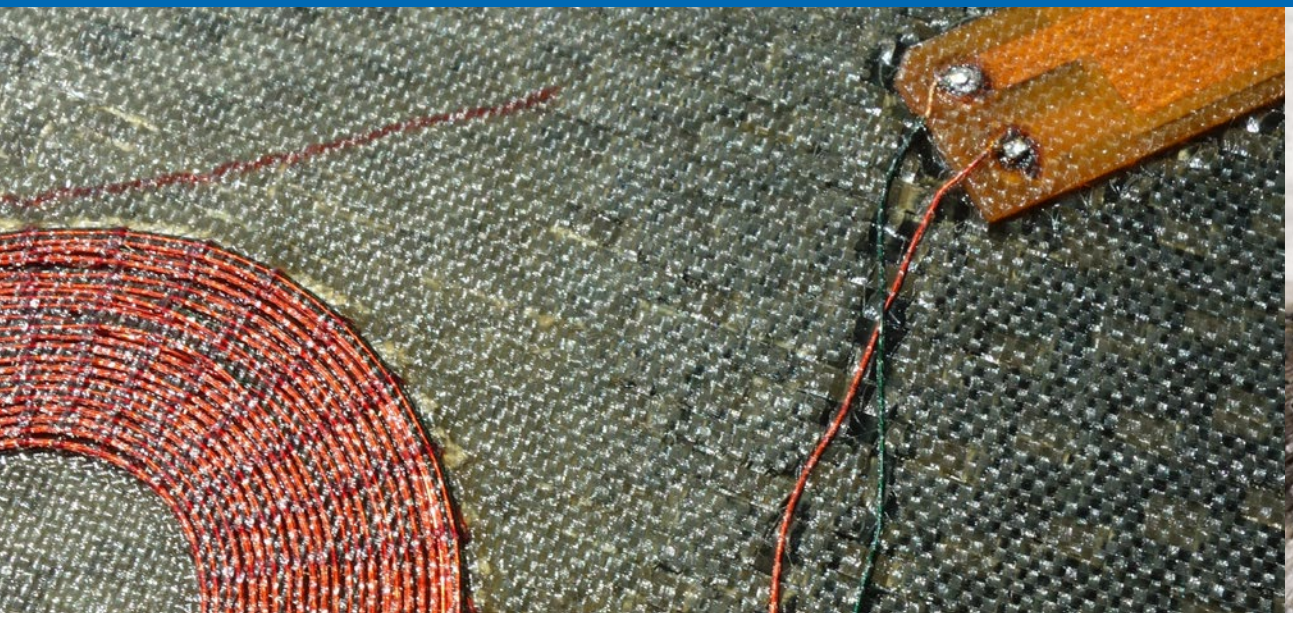
BIO-BASED INDUSTRIES Public-Private Partnership
Horizon 2020 European Union Funding for Research & Innovation
Bio-based Industries Consortium

Biobasierte, kosteneffiziente Kohlenstofffasern würden eine Substitution von Stahl in der Automobilindustrie ermöglichen. Die Vision des GreenLight-Projekts besteht darin, Lignin, ein Bestandteil von Holz, welcher in großen Mengen als Nebenprodukt in Zellstofffabriken anfällt, als Rohstoff für diese Kohlenstofffasern zu verwenden.

Der Entwicklungsstand von Lignin-basierten Kohlenstofffasern befindet sich jedoch immer noch im Labormaßstab, wobei besonders die Überführung des Precursor-Spinnens in den Industriemaßstab, als auch die geforderten Materialeigenschaften (1,72 GPa Zugfestigkeit und 172 GPa Zugmodul; US-Energieministerium) die Herausforderungen darstellen.

Im Projekt ermöglicht die LignoBoost Technologie mit nachgeschalteten Veredelungsschritten die Herstellung von Lignin im Industriemaßstab mit höherer Reinheit und neuen Eigenschaften. Für dieses Lignin wird am FIBRE ein Schmelzspinnverfahren entwickelt, um ein Precursor-Garn in gleichbleibender Qualität für die Konvertierung bereitstellen zu können.

**Fördermittelgeber, FKZ** BBI JU, EU Horizon 2020, FKZ: 667501
**Projektbearbeiter** Lars Bostan • bostan@faserinstitut.de
**Kooperationspartner** RISE, Södra, Fourné Machinenbau, STFI, SWEREA Sicomp, NetComposites, Blatraden, CRF



# HUTEMP@SHM

## DRAHTLOSE SENSORNETZWERKE ZUR STRUKTURZUSTANDSÜBERWACHUNG

DFMRS
Deutsche Forschungsvereinigung für Meß-, Regelungs- und Systemtechnik e.V

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Bauteile aus Faserverbundwerkstoffen sind seit Jahren fester Bestandteil in vielen technischen Anwendungen. Vor allem im Flugzeugbau und in der Automobilherstellung finden sich immer mehr Einsatzmöglichkeiten. Schäden frühzeitig zu erkennen und so Ausfälle zu verhindern ist daher von immenser Bedeutung, womit die Anforderungen an eine zuverlässige Strukturüberwachung steigen. Innere Bauteilschädigungen, welche die Strukturfestigkeit entscheidend schwächen, können mittels geführter Wellen detektiert werden. Allerdings haben Temperatur und Feuchte einen entscheidenden Einfluss auf die Wellenausbreitung.

Ziel von HuTemp@SHM ist es daher, ein zuverlässiges drahtloses Sensornetzwerk für zeit- und kosteneffiziente Strukturprüfungen zu entwickeln. Es wird eine Reduktion der Standzeit von Flugzeugen während der Wartung angestrebt. Ebenso soll die Bauteilüberwachung während der Fertigung den Herstellungsprozess verkürzen, den Ausschuss senken und anschließende aufwendige Prüfungen überflüssig machen. Die in diesem Projekt zu entwickelnden Verfahren sind unter anderem für Anwendungen in der Luftfahrt interessant, bei der Wartungsarbeiten auch unter Realbedingungen so deutlich schneller und damit kostengünstiger durchgeführt werden können. Darüber hinaus können Bauteile direkt während des Fertigungsprozesses einer Qualitätsanalyse unterzogen werden, die Prozesse verkürzt und der Ausschuss verringert werden.

**Fördermittelgeber, FKZ** BMWi, AiF, DFMRS, IGF-18651N
**Projektbearbeiter** Dr. Marcel Rennoch • rennoch@faserinstitut.de
**Kooperationspartner** IMSAS, Friedrich-Wilhelm-Bessel-Institut Forschungsgesellschaft mbH FWBI (Federführung)

# HYBRIDGUSS

## HERSTELLUNG INTRINSISCHER CFK-ALUMINIUM VERBUNDSTRUKTUREN IM ALUMINIUMGUSS

DFG

Im DFG-Forschungsprojekt Hybridguss forscht das Faserinstitut Bremen e.V. zusammen mit dem Bremer Institut für Strukturmechanik und Produktionsanlagen (bime) und dem Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung (IFAM) an einer innovativen Verbindung zwischen Aluminium und einem Kohlenstofffaserkunststoffverbund. Hierbei wird auf konventionelle Fügetechniken, wie z.B. Kleben oder Nieten, verzichtet. Das Fügen beider Werkstoffe wird durch den Aluminiumdruckgussprozess realisiert. Hierzu wird ein Organoblech mit einer PEEK-Matrix in einem Druckgusswerkzeug positioniert und anschließend partiell mit einer Aluminiumschmelze übergossen. Eine zusätzliche PEEK-Schicht zwischen dem Organoblech und dem Aluminium schützt den Faserkunststoffverbund vor den sehr hohen Temperaturen der Aluminiumschmelze. Gleichzeitig kann dadurch eine elektrochemische Entkopplung sichergestellt werden, um Korrosion vorzubeugen. Innerhalb des Forschungsprojektes wird ein reproduzierbarer Fertigungsprozess entwickelt, Designvorgaben für eine hochfeste Grenzschicht erarbeitet und das strukturmechanische Potential durch die lastoptimierte Ablage von Kohlenstofffasern optimiert.

**Fördermittelgeber, FKZ** DFG, HE 2574/36-1
**Projektbearbeiter** Maximilian Koerdt • koerdt@faserinstitut.de
**Kooperationspartner** IFAM, BIME

# INBENEFA

## FASERNESSEL FÜR HOCHWERTIGE FASERROHSTOFFE

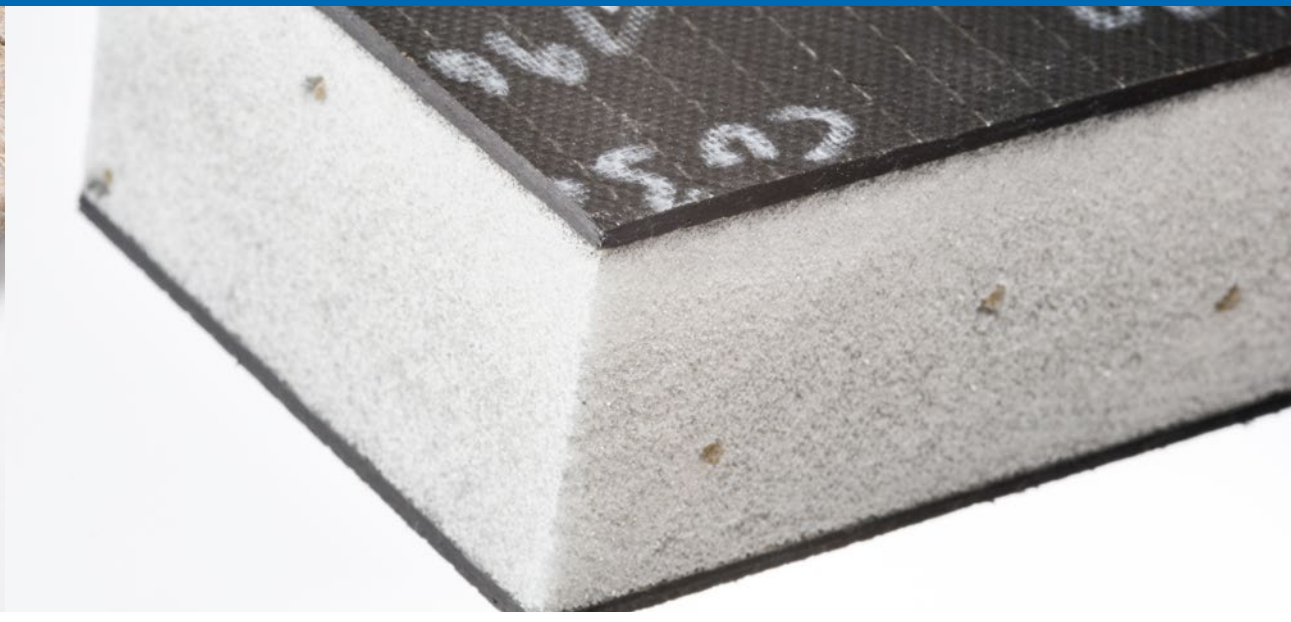
Fasernessel kann auf landwirtschaftlichen Böden von unterschiedlichster Güte angebaut werden und vermag hochwertige Faserrohstoffe zu liefern.

Neben der etablierten vegetativen Vermehrung ist Erzeugung und konventionelle Aussaat von in vitro erzeugten somatischen Embryoiden durch den Partner IfP ein wesentlicher Beitrag zur Steigerung der Wertschöpfung in der Bereitstellungskette. Weitere Verbesserungen sollen durch zielgerichtete Untersuchungen in der praktischen Landwirtschaft unter Koordinierung von 3N erreicht werden. Für den anschließenden Primäraufschluss von Faserpflanzenstroh sind in den vergangenen Jahren durch den Partner ATB verschiedene technische Innovationen entwickelt und in einer Pilotanlage umgesetzt worden.

Die Projektergebnisse der landwirtschaftlichen Teilvorhaben sollen wesentliche Erkenntnisse für die Etablierung des Praxisanbaus von Fasernesseln in Niedersachsen liefern. Dies wird zur Verbesserung der Erträge und Qualitäten und damit zur Verbesserung der Wertschöpfung in der gesamten Bereitstellungskette beitragen. So kann die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit gegenüber anderen Kulturen dargestellt und damit die Chancen für die Ausweitung der Anbauflächen erreicht werden.

**Fördermittelgeber, FKZ** FNR, FKZ 22008515
**Projektbearbeiter** Dr. Holger Fischer • fischer@faserinstitut.de
**Kooperationspartner** Institut für Pflanzenkunde, LWK Nds, Tölke, NFC





# ISAND

## WISSENSBASIERTE AUSLEGUNG VON IMPACT-RESISTENTEN SCHAUMSANDWICHSTRUKTUREN

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Schaumsandwichstrukturen mit CFK-Deckschichten zeigen in Bezug auf Fertigung und Leichtbau hervorragende Eigenschaften zur Anwendung in Primärstrukturen von Flugzeugen. Hervorzuheben ist vor allem eine durch den Einsatz integraler Strukturen vereinfachte Gesamtkonstruktion, die reduzierte Kosten und moderate Gewichtseinsparungen mit sich bringt.

Für den Einsatz in Primärstrukturen, wie dem Seitenleitwerk, ist es notwendig, ein gutmütiges Schadenstoleranzverhalten nachzuweisen. Als kritische Punkte sind hier vor allem eine abschätzbare Schadensbildung in Folge von Schlagstoßbelastungen, sowie deren Verhalten unter zyklischen Lasten zu nennen. Verstärkte Kernsysteme mit lokalen monolithischen Verstärkungen wie Pins oder Profilen zeigen einen vielversprechenden Weg zur Verbesserung dieser Eigenschaften. Die Zertifizierung der oben genannten Primärstruktur setzt aber ein entsprechendes Verständnis der Schadensentstehung unter Schlagstoßbelastung und der diese beeinflussenden Mechanismen voraus.

Ziel des Projektes ist es, Kenntnisse und Methoden für die wissensbasierte Strukturauslegung von Sandwichstrukturen mit Pin-Verstärkung zu erarbeiten und diese in die Entwicklung der Anwendungsstrukturen einzubringen. Hierfür werden experimentelle Arbeiten durchgeführt und ausgewertet, um die numerischen Berechnungen des Impactvorgangs zu validieren.

**Fördermittelgeber, FKZ** BMWi LuFo V. 1, Sandwich² Förderkennzeichen: 20W1306D
**Projektbearbeiter** Adli Dimassi • dimassi@faserinstitut.de
**Kooperationspartner** Airbus, CTC, DLR, FhG IMWS, Lufthansa Technik

# MATRIXHYBRIDE

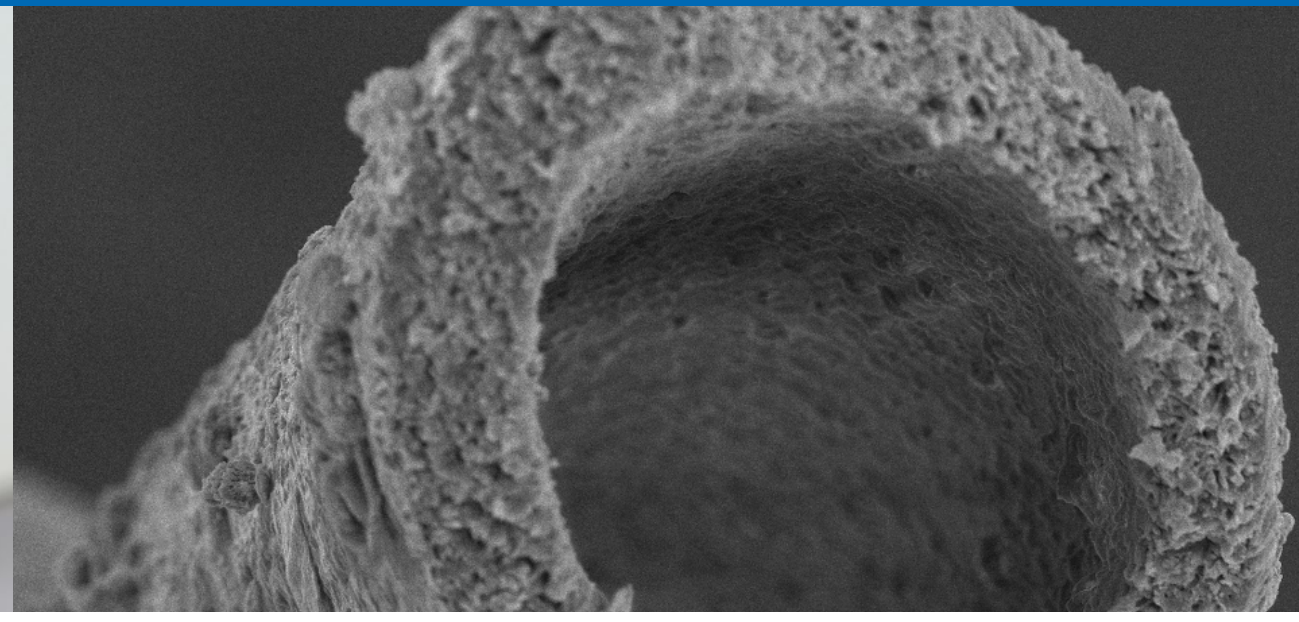
## KOPPLUNG THERMO- UND DUROPLASTISCHER LAMINATE

futureTEX

Durch eine erhöhte Nachfrage der Leichtbauweise in Luft- und Raumfahrt steigt der Bedarf an Faserverbundwerkstoffen stark an. Besonders das Fügen dieser Materialien stellt eine große Herausforderung in Fertigung und Entwicklung dar. Gängige konventionelle Techniken beinhalten Nieten und Schrauben in kostenintensiver Verarbeitung und führen zu einem deutlichen Mehrgewicht. Des Weiteren werden durch die Bohrungen die lasttragenden Endlosfasern unterbrochen und somit die mechanischen Eigenschaften des Verbundwerkstoffes signifikant reduziert. Im Projekt Matrixhybride wird ein neuartiges Prepreg-Halbzeug entwickelt, welches durch eine Gewebezwischenschicht Thermoplasten und Duroplasten miteinander verbindet. Die thermoplastische Oberfläche erlaubt das überwiegend duroplastische Bauteil durch Schweißverfahren zu fügen. Das Duro- und thermoplastisches Matrixmaterial in Kombination mit einer Gewebezwischenschicht wird in einem Prepreg durch Form- und Stoffschluss miteinander verbunden. Eine hohe Ondulation des Gewebes führt zum alternierenden Wechseln der Kett- und Schussfäden zwischen duroplastischer und thermoplastischer Seite, so dass ein Formschluss ermöglicht wird. Zusätzlich können starke chemische Bindungen zwischen Duro- und Thermoplasten während des Aushärtens die Matrixmaterialien stoffschlüssig verbinden. Die Analyse und Validierung dieser chemischen Bindung ist eine zentrale Fragestellung des vorliegenden Projekts.

**Fördermittelgeber, FKZ** BMBF futureTex
**Projektbearbeiter** Holger Büttemeyer • buettemeyer@faserinstitut.de
**Kooperationspartner** BCCMS Uni Bremen, STFI, Cetex, Cortesa, Rucks Maschinenbau





# MEMO2

## MEMBRAN-OPTIMIERUNG ZUM SAUERSTOFFTRANSFER

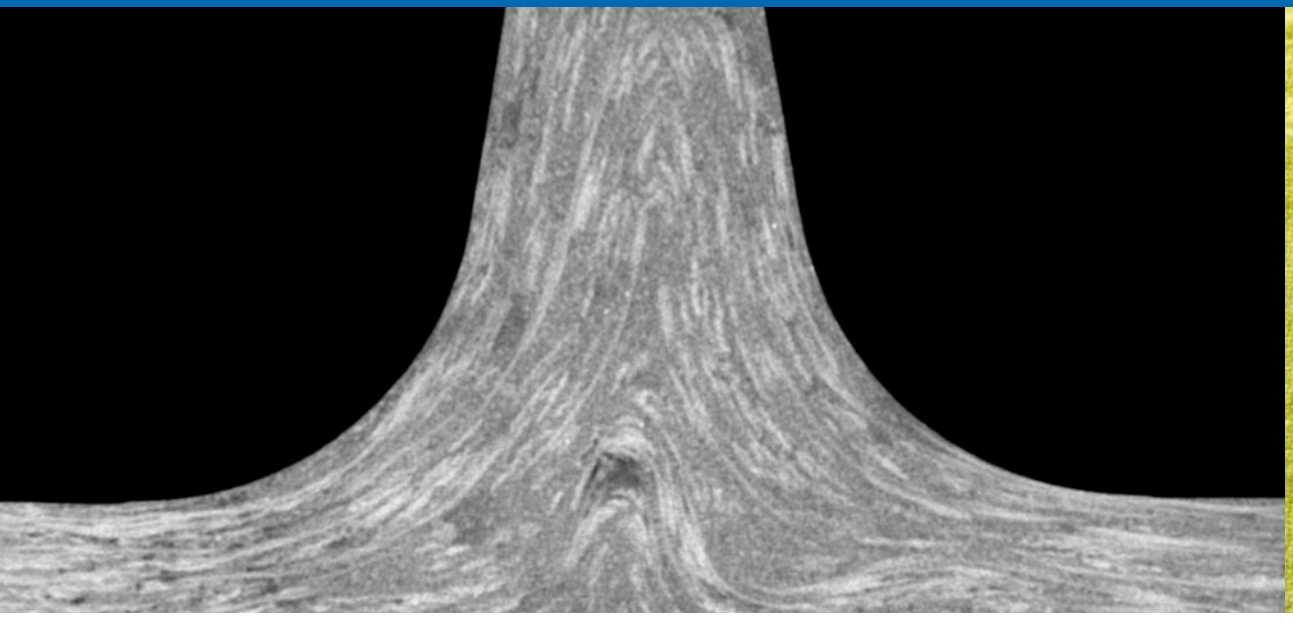
Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages
ZIM Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

Oxygenatoren übernehmen in der Medizin die Funktion der menschlichen Lunge. Das Füllvolumen dieser Geräte ist hierbei jedoch so groß, dass bei Säuglingen zusätzlich Blutkonserven zum Einsatz kommen müssen.

Um das Risiko für den Patienten zu reduzieren, liegt das Ziel dieses Forschungsvorhabens daher in der Miniaturisierung der eingesetzten Hohlfasermembran, sodass die zur Verfügung stehende Oberfläche vergrößert und dementsprechend das notwendige Füllvolumen reduziert werden kann. Die Entwicklung der Oxygenator-Membran erfolgt hierbei auf Basis eines Polymersystems, welches den Einsatz eines einstufigen Schmelzspinnprozesses ermöglicht. Durch die Optimierung des Spinnprozesses sollen gleichbleibende Gastransferraten bei gleichzeitiger Faserminiaturisierung erreicht werden. Anschließend werden die Fasern zu Fasermatten weiterverarbeitet und in einem Oxygenator-Testgehäuse verbaut. In Oxygenierungsversuchen mit Schweineblut wird die Wirkung der Membran abschließend bewertet.

Im Vergleich zu den kommerziellen Oxygenatoren konnte innerhalb des Projektes die gleiche Sauerstofftransferrate bei einem reduzierten Füllvolumen erreicht werden. Dies ermöglicht den Einsatz in speziellen Oxygenatoren für Säuglinge und Kleinkinder.

**Fördermittelgeber, FKZ** BMWi ZIM, KF 2444809CR4
**Projektbearbeiter** Lars Bostan • bostan@faserinstitut.de
**Kooperationspartner** IRG, MAKSC, ITA



# MOQUA

## MODELLBASIERTE QUALITÄTSREGELUNG IM THERMOFORMPROZESS

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung einer modellbasierten Qualitätsregulierung zur fehlerfreien Produktion flexibler Losgrößen. Am Praxisbeispiel des Thermoformprozesses wird eine Regelungsstrategie auf Grundlage der gesamten Prozessgrößen der Fertigungskette entwickelt. Ausgehend von definierten Qualitätsmerkmalen (Faserorientierung, Winkelverzug, Bauteildicke, Porosität, Kristallinität) werden die wesentlichen lokalen und zeitlich aufgelösten Stellgrößen (Temperaturen, Werkzeugdruck, Halbzeugorientierung) bewertet und durch einen programmierten Qualitätsregler angepasst und gesteuert.

Anhand eines Referenzbauteils werden Qualitätsanforderungen abgeleitet. Ausgehend von den Bauteilanforderungen werden die erforderlichen Prozessmessungen und zugehörige Sensorik definiert. Im Anschluss wird ein ganzheitliches Werkstoffmodell auf Basis experimenteller Untersuchungen abgeleitet. Im Fokus steht der Einfluss des Drucks, der Druckverteilung, der Pressdauer und der Temperatur auf die Bauteilfehler. Die gewonnenen Erkenntnisse fließen direkt in die Qualitätsregulierung ein. Die integrierten Sensoren befähigen das Regelungssystem zum autonomen Anpassen der Prozessparameter mit dem Ziel der „Null-Fehler-Fertigung“.

FQS DGQ-FORSCHUNG Forschungsgemeinschaft Qualität

Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

**Fördermittelgeber, FKZ** BMWI, AIF FQS19336 N
**Projektbearbeiter** Richard Vocke • vocke@faserinstitut.de
**Kooperationspartner** BIMAQ

# MYTHOS

## ENTWICKLUNG VON FASERN UND TEXTILIEN ZUR RESTAURIERUNG TEXTILER OBJEKTE DES EUROPÄISCHEN KULTURERBES

Voraussetzung für die Restaurierung und Erhaltung textiler Objekte des Kulturerbes ist, dass ähnliche oder gleiche Materialien zur Verfügung stehen, um an diesen z.B. Reinigungs- oder Restaurierungsverfahren zu testen, bevor die einzigartigen und nicht ersetzbaren Originale behandelt werden. Schwerpunkt des MYTHOS-Projektes ist die Entwicklung derartiger Referenzmaterialien für die verbesserte Restaurierung und Konservierung Hanf- und Leinen-basierter antiker Kunstwerke und musealer Objekte.

Zunächst werden Originalproben genetisch analysiert, um aktuell genutzte Spezies identifizieren zu können, die möglichst eng mit den Originalspezies verwandt sind. Parallel dazu werden diese Proben im FIBRE detailliert auf Schäden sowie ihre mechanischen und morphologischen Eigenschaften untersucht. Diese Informationen werden im weiteren Projektverlauf als Basis herangezogen, um durch künstliche Alterung aktueller Fasern die gewünschten Referenzmaterialien für Restaurationszwecke herstellen zu können. Entsprechend der Natur der Proben kommen nur analytische Methoden zum Einsatz, die entweder zerstörungsfrei sind oder nur minimale Probenmengen erfordern. Daher werden Faserfestigkeit und –dehnung als Einzelelementprüfung analysiert. Die Faserbreitenverteilung wird bildanalytisch mittels Fibre–shape erfasst. Außerdem wird ein Teil dieser Einzelelemente im Rasterelektronenmikroskop untersucht, um altersbedingte Degradationseffekte (z.B. Pilzbefall) sowie Schäden aus dem Spinn- und Webprozess identifizieren zu können.

**Fördermittelgeber, FKZ** Romanian Ministry of Education, PN-II-PTPCCA-2011-3.1-0408.
**Projektbearbeiter** Dr. Holger Fischer • fischer@faserinstitut.de
**Kooperationspartner** Institut for Textile and Leather, Institut für Pflanzenkultur

# NOPPENWABEN

## NOPPENWABEN AUS BAUMWOLLE UND PLA FÜR DEN LEICHTBAU

Forschungskuratorium textil

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Ziel des Forschungsvorhabens „Noppenwaben“ ist die Entwicklung eines textilen Verbundes aus Baumwoll- und Polylactidfasern als strukturelles Material für den Einsatz in der Architektur und der Möbelbranche.

Noppenwaben entstehen indem textile Flächen thermisch behandelt und anschließend zu dreidimensionalen Noppenwaben umgeformt werden. Die wesentlichen Parameter, die variiert und untersucht werden sind die Fasern Baumwolle und PLA (Typ und Anteil), der Prozess zur Herstellung des Textils, der Verfestigungsprozess zur Noppenwabe sowie die Noppengeometrie (Durchmesser, Form etc.).

Die Textilien bestehen aus den Verstärkungsfasern Baumwolle und den PLA-Fasern als Matrixkomponente. Die thermische Verfestigung erfolgt mit Hilfe der thermoplastischen Eigenschaften der PLA-Fasern, die durch das Aufschmelzen und anschließende Abkühlen eine Matrix um die Baumwollfaser bilden. Durch den Einsatz von Baumwolle können aufgrund ihrer fibrillenartigen Struktur die akustischen Eigenschaften beeinflusst werden. Zudem kann durch die Feuchtigkeitsaufnahme und -abgabe der Baumwolle das Raumklima verbessert werden. Aufgrund der Verwendung von den nachwachsenden Rohstoffen Baumwolle und PLA kann die Noppenwabe nach ihrem Einsatz industriell kompostiert werden, ohne dass eine Trennung der Komponenten erfolgen muss.

**Fördermittelgeber, FKZ** BMWi AiF IGF FKT, 19298 N/1
**Projektbearbeiter** Franzsika Stehle • stehel@faserinstitut.de
**Kooperationspartner** (PBA: F.A. Kümpers, HP Pelzer, InniMat, Velener Textil, Polyvlies)

# ONLINE PROCESS MONITORING

## INTEGRATION KAPAZITIVER SENSOREN ZUR ÜBERWACHUNG VON POLYMERISATION UND DEGRADATION

DFG

Vernetzte Polymere werden in Faserverbundkunststoffen wie z. B. CFRP (Carbon Fiber Reinforced Polymer) eingesetzt. Für die messtechnische Erfassung des Herstellungsprozesses dieser Materialien und auch ihres Langzeitverhaltens haben sich Methoden mit Potentialanregung wie die Impedanzspektroskopie bewährt. Diese Messungen erlauben es, den Vorgang der Aushärtung im laufenden Prozess zu überwachen, um so durch ein Online-Process-Monitoring (OPM) eine gleichbleibende Qualität zu garantieren und die Prozesszeiten zu minimieren. In dem Projekt werden minimalinvasive Foliensensoren entwickelt und in polymere Faserverbundwerkstoffe eingebettet, um mit diesen Sensoren wesentliche Informationen über den Zustand der Materialien zu gewinnen. Gleichzeitig sollen diese Sensorstrukturen so gestaltet sein, dass keine signifikante Schwächung der Verbundmaterialstruktur durch den eingebetteten Fremdkörper erfolgt, so dass die Sensoren über den gesamten Produktlebenszyklus in der Verbundstruktur verbleiben können. Die Verifikation dieses Ansatzes ist das Ziel des Projekts. Die Möglichkeit der Nutzung der im Bauteil verbleibenden Sensoren zur Überwachung der Feuchtigkeitsabsorption und für ein Structural-Health-Monitoring soll gezeigt werden. Anwendungen für eingebettete Foliensensoren sind die direkte Überwachung der Harzfließfront und die Aushärtegradbestimmung des Harzsystems bei der Herstellung des Faserverbundbauteils. Das Online-Process-Monitoring (OPM) ermöglicht weiterhin die experimentelle Validierung von Simulationsmodellen zur Vorhersage der Fließfront und Aushärtung in der Entwicklungsphase von komplexen polymeren Faserverbundbauteilen.

**Fördermittelgeber, FKZ** DFG, HE 2574/21-1
**Projektbearbeiter** Dr.-Ing. Michael Koerdt • mkoerdt@faserinstitut.de
**Kooperationspartner** Institut für Mikrosensoren, -aktoren und -systeme (IMSAS), Bremen (Federführung)

# ORBITALLANDER

## ENTWICKLUNG EINER SCHUTZVORRICHTUNG FÜR EINE LANDENDE RAUMSONDE

Europäische Union
Investition in Bremens Zukunft
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung

Der Senator für Wirtschaft, Arbeit und Häfen
Freie Hansestadt Bremen

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens soll ein gewichtsoptimiertes Landesystem für eine Raumsonde, die kleine Himmelskörper erkundet, entwickelt werden. Die aus der Anziehungskraft des Zielobjektes resultierende Landegeschwindigkeit muss durch eine energieabsorbierende Dämpfungsstruktur abgebaut werden, um eine unbeschadete Landung der Raumsonde zu gewährleisten. Basierend auf repräsentativen Anforderungen aktueller und geplanter Missionen wird ein Landekonzept für die Raumsonde MASCOT des DLR umgesetzt. Nach der Landung soll diese schützende Struktur aufgeklappt oder weggesprengt werden, damit die Instrumente der Sonde mit den Untersuchungen vor Ort beginnen können und die Kommunikationsantenne Daten zum Mutterschiff im Orbit schicken kann. Die Schutzstruktur soll durch eine Schale realisiert werden, welche in Sandwichbauweise mit Deckschichten aus Faserverbundkunststoffen und einem metallischen, energieabsorbierenden Kern aufgebaut wird.

Neben der Entwicklung der Crashstruktur mittels Materialtests und numerischer Simulationen ist die Konstruktion eines Entfaltungsmechanismus zum Entfernen der Schutzhülle erforderlich. Um die konstruktive und strukturelle Auslegung validieren zu können, werden Landeversuche nachgestellt, die die Crash-Eigenschaften und deren Einfluss auf den Entfaltungsmechanismus untersuchen.

**Fördermittelgeber, FKZ** Land Bremen / EFRE LURAFO1003e
**Projektbearbeiter** Tim Dunker • dunker@faserinstitut.de
**Kooperationspartner** Airbus, Materialize, DLR, Geradts Systemtechnik

# OVERFLY

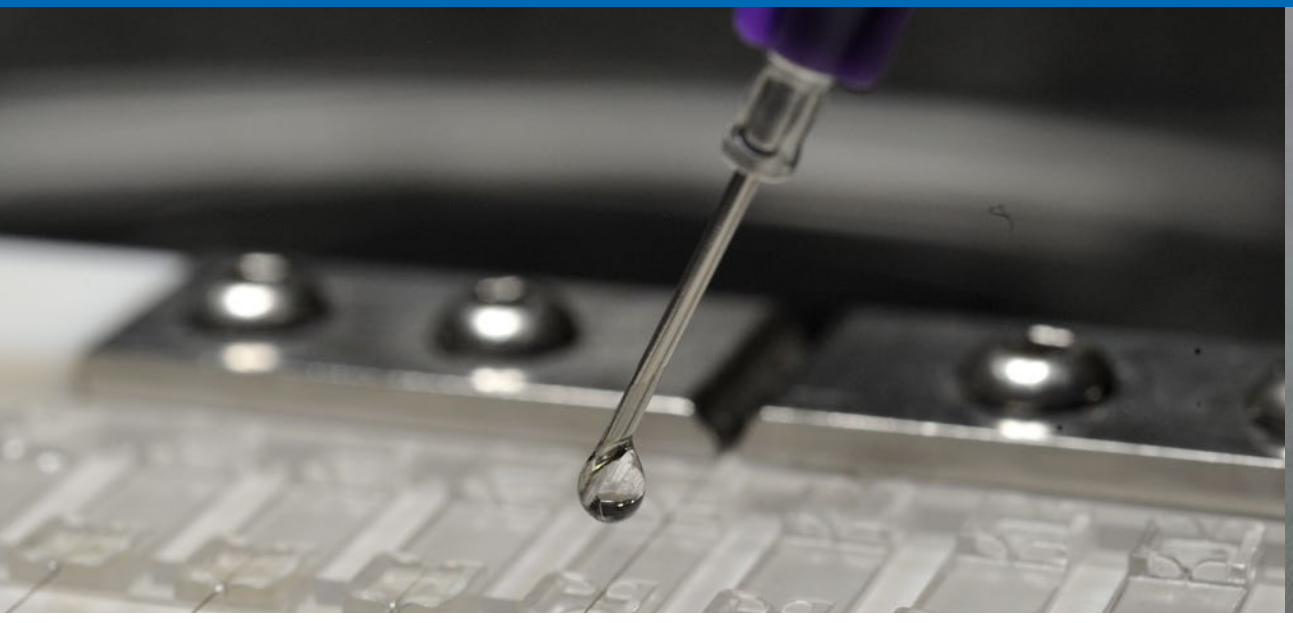
## OVERMOULDING GOES FLYING

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages
ZIM Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

Thermoplastische Bauweisen bieten große Potentiale die Effizienz der Fertigung von Primärstrukturen für Luftfahrtkomponenten zukünftig zu steigern. Allerdings weisen heutige endlosfaserverstärkte thermoplastische Bauteile den Nachteil einer stark limitierten Formgebung auf. Das ZIM-geförderte Projekt „OverFly“ entwickelt Lösungen zu diesem Problem. OverFly verfolgt die Entwicklung des Overmoulding-Prozesses, um reproduzierbare und belastbare Verbindungen zwischen endlosfaserverstärkten Thermoplasten (TP-FKV) und kurzfaserverstärkten Spritzgießkomponenten zu gestalten. Durch Overmoulding wird eine Kombination aus einerseits hochfesten, andererseits geometrisch komplexen Komponenten ermöglicht.

Um sowohl das Bauteil als auch den Fertigungsprozess auszulegen, liefert eine Füllsimulation resultierende Bauteildaten aus dem Spritzgießprozess (bspw. Faserorientierung, lokale Temperaturen). Diese werden in einer anschließenden Strukturssimulation zur Ermittlung interner Spannungen bzw. des Bauteilverzugs der Overmoulding-Komponente genutzt. Um die Anstrengungen in der Grenzfläche quantifizieren zu können, werden zusätzlich dortige lokale Festigkeiten, resultierend aus der Füllsimulation, modelliert.

**Fördermittelgeber, FKZ** BMWi ZIM
**Projektbearbeiter** Maximilian Koerdt • koerdt@faserinstitut.de
**Kooperationspartner** Ferdinand Stükerjürgen, SimpaTec, Airbus Operations, Victrex



# PETER

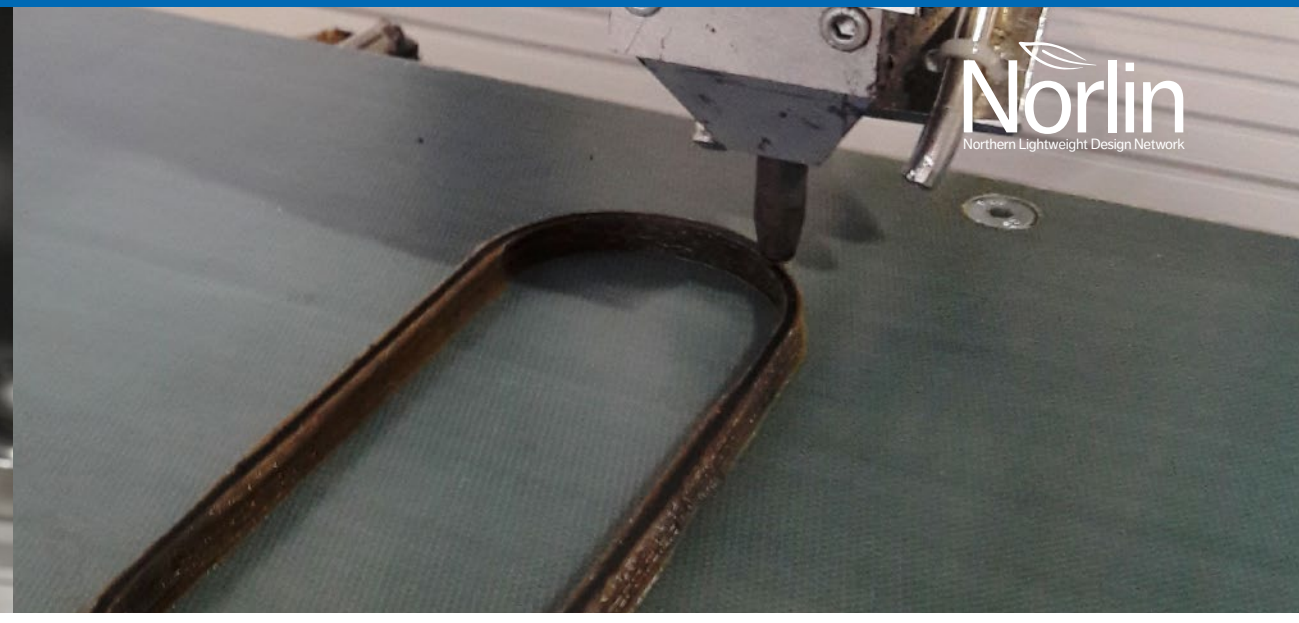
## PRESSURE DEPENDENT MODELLING OF THERMOSET EPOXY RESINS

Um hervorragende Oberflächengüten von großflächigen Bauteilen im RTM-Prozess zu erzielen und mit schnellhärtenden Epoxidharzen auch wirtschaftliche Serienbauteile herstellen zu können, hat sich der High-Pressure-RTM-Prozess etabliert. Gegenüber dem klassischen RTM-Prozess wird die Injektion und Aushärtung bei Drücken bis zu 200 bar durchgeführt. Unklar ist, welche Einflüsse dieser Prozessdruck auf die Reaktionskinetik und die resultierenden mechanischen Eigenschaften heute eingesetzter Harze haben.

Ziel des Projektes ist es, diese Abhängigkeiten zu ermitteln und schließlich auch Kennwerte für eine druckabhängige Reaktionskinetik bzw. die mechanischen Kenngrößen der Harze und der daraus hergestellten Faserverbundwerkstoffe zu ermitteln. Die abgesicherten Kennwerte wiederum sollen es ermöglichen, die Prozesssimulation für den HD-RTM-Prozess zu verbessern und Konstrukteuren ggf. Knock-down-Faktoren für ihre Bauteilauslegung mittels FEM zur Verfügung zu stellen.

**Fördermittelgeber, FKZ** DFG, HE 2574/40-1
**Projektbearbeiter** Nadine Gushurst • gushurst@faserinstitut.de





# PROFI

## PROTOTYPING WITH CONTINUOUS FIBRES

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages
ZIM Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

Ziel des Projekts ProFi ist die Entwicklung eines multifunktionellen Druckkopfes zur 3D-Ablage von endlosfaserverstärkten Thermoplasten nach dem Prinzip des Fused Layer Modeling 3D-Druckverfahrens. Aktuelle Herstellungstechnologien für Faserverbunde nutzen die Leichtbaupotenziale durch kraftflussgerichtete Orientierung nur in flächigen (2D) Konstruktionen aus. Die 3D-Druckverfahren arbeiten nach dem Schichtsystem (2,5D). Eine vollständige dreidimensionale Faserorientierung ist daher aktuell nicht möglich. Die Intention des Projektes ist es, die räumliche Faserablage durch eine werkzeuglose, schnelle und zuverlässige Fertigungstechnologie zu verbessern. Als erster Projektschritt wurden die nötigen Druckkopffunktionen analysiert und in Konstruktionskomponenten aufgeteilt. Im weiteren Projektverlauf werden die Einzelfunktionen konstruiert, gefertigt und am FIBRE getestet. Die Ergebnisse fließen iterativ in die weitere Konstruktionsschleifen ein. Eine besondere Herausforderung für die Komponenten (z.B. Wälzlager, elektrische Komponenten) sind die für Hochleistungsthemoplaste (PPS, PEI, PEKK, PEEK) nötigen Temperaturen von bis zu 400 °C. Um die für Flugzeugteile erforderlichen Fertigungsgenauigkeiten zu erreichen, wird ein Temperaturmanagement der schmelzegetränkten Fasern, der Druckdüse, des bedruckten Substrats sowie aller Hilfskomponenten zur Faser- und Materialförderung entwickelt.

**Fördermittelgeber, FKZ** BMWi ZIM, 16KN021259
**Projektbearbeiter** Frederik Meijer • meijer@faserinstitut.de
**Kooperationspartner** VEW, Ro-Motion Automation, QPAC

# PULLOUT

## ENTWICKLUNG EINES PRÜFGERÄTES ZUR BESTIMMUNG DER FASER-MATRIX-HAFTUNG

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages
ZIM Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

Das Ziel des Vorhabens war die Entwicklung eines Prüfgeräts zur Bestimmung der Faser-Matrix-Haftung in Faserverbundwerkstoffen nach der Methode des Einzelfaserauszugs. Motivation dafür war, dass bis heute keine standardisierte Technik zur Messung der Faser-Matrix-Haftung existiert, jedoch dringend zur Entwicklung von Composites benötigt wird. Zur Einbettung der Faser in die Matrix wurde mit dem FIMABOND ein neues eigenständiges Gerät entwickelt. Eine wesentliche Innovation des FIMABOND ist die am FIBRE entwickelte Bildverarbeitungssoftware, mit deren Hilfe das Einbetten der Faser in die Matrix automatisiert durchgeführt werden kann. Zur Durchführung der Auszugversuche wurde der Favimat+ von Textechno, der auf dem neusten Stand der Technik basiert weiterentwickelt und durch eine neu entwickelte Abzugsklemme für den Auszugversuch ergänzt. Mit dem neuen Prüfsystem FIMATEST bestehend aus dem FIMABOND und dem erweiterten Favimat+ können Versuche zur Bestimmung der Faser-Matrix-Haftung für unterschiedliche Faser-Matrix Kombinationen durchgeführt werden. Dies schließt sowohl duromere als auch thermoplastische Polymere ein. Im Rahmen des Projektes wurden zur Validierung des Systems Einbettversuche mit Glas- und Carbonfasern durchgeführt.

**Fördermittelgeber, FKZ** BMWi ZIM, 16KN2444808
**Projektbearbeiter** Oliver Focke • focke@faserinstitut.de
**Kooperationspartner** Textechno, Institut für Polymerforschung Dresden

# SAFETYBOX

## ENTWICKLUNG EINER SICHERHEITSKAPSEL IN MONOCOQUE-BAUWEISE

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages
ZIM Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

Innerhalb dieses Projektes soll erstmals eine Sicherheitszelle (Safety-Box) für kleine manntragende Flugzeuge mit bis zu 1.200 kg maximaler Abflugmasse entwickelt werden. Die Sicherheitszelle soll im Falle eines Absturzes oder Entstehung eines Brandes die Wahrscheinlichkeit schwerer Verletzungen oder von Todesfällen deutlich reduzieren.Im Rahmen dieses Projekts wurde exemplarisch ein Sicherheitskonzept für das Flugzeugmuster C4 der Firma Flight Design entwickelt.

Während der Entwicklung wurden einzelne Crash-Elemente und das Hauptfahrwerk hinsichtlich ihres Versagensverhaltens experimentell und simulativ untersucht. Diese Ergebnisse flossen mit in die Crash-Simulation der gesamten Flugzeugstruktur ein, mit Hilfe derer das Crash-Verhalten vorhergesagt und der Einsatz der Crash-Elemente optimiert wurde. Zur Validierung der getroffenen Maßnahmen wurde ein Crash-Versuch durchgeführt, bei dem die Flugzeugstruktur in einem häufig auftretenden Unglücksfall mit einem Bahnwinkel von 30° und einer Geschwindigkeit von 50 kts (93 km/h) auf den Boden auftraf. Die Ergebnisse der Untersuchungen sollen allgemeingültigen Charakter haben, sodass eine einfache Anpassung der Safety-Box an andere Flugzeugtypen und –muster möglich ist.

**Fördermittelgeber, FKZ** BMWi ZIM, VP2444806CK3
**Projektbearbeiter** Tim Dunker • dunker@faserinstitut.de
**Kooperationspartner** Flight Design, Silence Aircraft, Titan Präcis Metallurgie, Autoflug

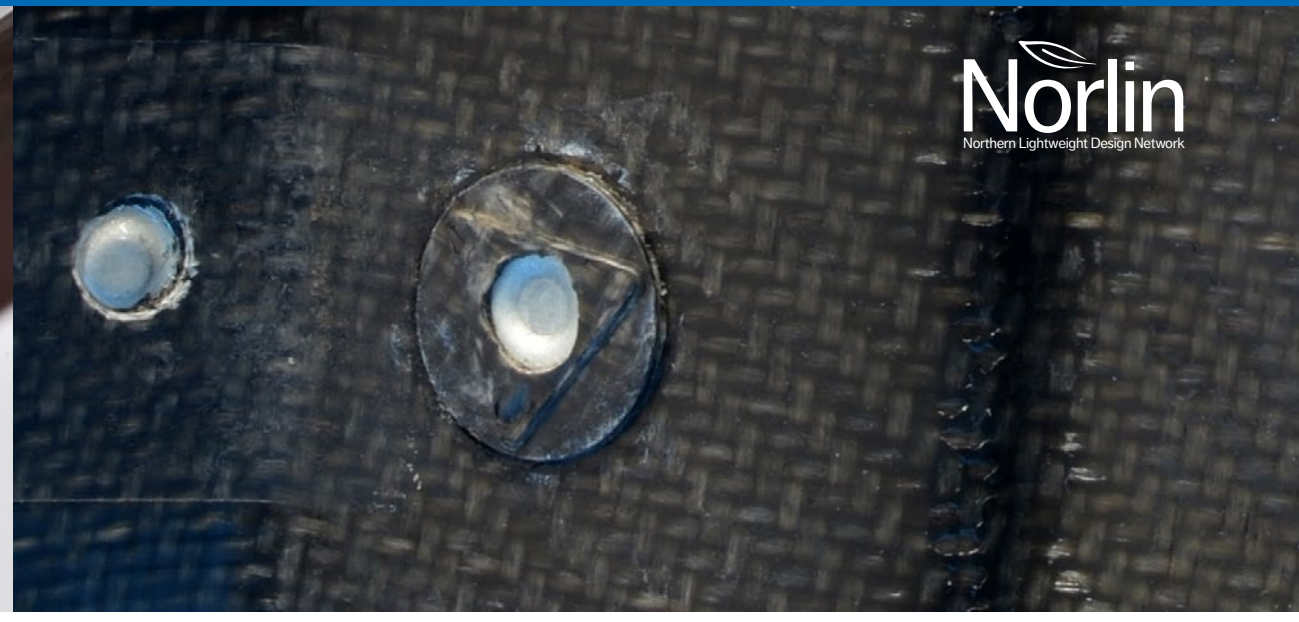
# SCHWARZ-SILBER

## BAUWEISEN FÜR CFK-AL-ÜBERGANGSSTRUKTUREN

In Leichtbaustrukturen finden zunehmend Kombinationen von Verbundwerkstoffen und Metallstrukturen Verwendung, um die Bauteileigenschaften an die lokalen Anforderungen anzupassen. Ziel des Projektes Schwarz-Silber ist es, integrale Übergangsstrukturen zwischen Aluminium und CFK zu entwickeln, die zu einer Reduzierung von Gewicht und Bauraum sowie zu Vorteilen der optimierten Krafteinleitung führen. Zur Entwicklung einer integralen CFK-Aluminium-Bauweise werden sowohl Ansätze für formschlüssige als auch für stoffschlüssige Fügeverbindungen untersucht. Im Folienkonzept wird der Werkstoffübergang realisiert, indem einzelne CFK Lagen eines Laminates stufenweise durch Titanfolien ersetzt werden. Der entstehende reine Titanfolienaufbau wird an eine Aluminiumstruktur geschweißt. Das Faserkonzept ist durch einen Glasfaser-Übergang zwischen CFK und Aluminium charakterisiert. Die Glasfasern werden partiell in Aluminium eingegossen. Entweder entsteht die CFK-GFK Verbindung durch eine formschlüssige Verbindung miniaturisierter Schlaufen oder ähnlich wie im Folienkonzept durch ein CFK-GFK Hybridlaminat als adhäsive Klebverbindung. Gemeinsames Ziel der Forschergruppe ist es, eine Aussage über die Wechselwirkungen verschiedener Einflüsse in der Prozesskette sowie eine Aussage über die Leistungsfähigkeit der Verbindungen unter verschiedenen Lastfällen zu treffen. Hierzu werden die Verbindungen umfassend mechanisch charakterisiert.

**Fördermittelgeber, FKZ** Deutsche Forschungsgemeinschaft, FOR1224
**Projektbearbeiter** Holger Büttemeyer • buettemeyer@faserinstitut.de
**Kooperationspartner** IFAM, BIME, IWT, BIAS





# SOFIA

## SCHWEISSBARE ORGANOBLECHE FÜR DIE INTEGRATION IN DER AUTOMOBIL-KAROSSERIE

Faserverstärkte Kunststoffe werden im Automobilbau bisher nur in Nischen wie dem Luxus- und Sportwagensegment zur Herstellung strukturtragender Karosseriebauteile eingesetzt. Der Ansatz des Multimaterial-Designs bietet eine Möglichkeit der Gewichtsreduzierung, die zur Einsparung von Treibstoff führt. Die Produktion von Fahrzeugen für den Massenmarkt wird deutlich von automatisierten Fertigungsverfahren dominiert und einzelne Prozessschritte dauern selten länger als eine Minute. Das Forschungsprojekt SOfIA hat deshalb die Entwicklung von hybridisierten Organoblech-Metall-Bauteilen zum Ziel, die mittels Punktschweißverfahren in der Serienproduktion an metallische Automobilkarosseriestrukturen angeschweißt werden können. Die geforderten mechanischen Eigenschaften der Technologieentwicklung werden durch den Einsatz unterschiedlicher Insert-Geometrien erreicht unter Berücksichtigung verschiedener Lastfälle (z. B. Torsion, Kopfzug, Querzug). Die Anhaftung zwischen geeigneten Metall-Kunststoff-Materialkombinationen wird analysiert um wiederholbare Ergebnisse zu erhalten und um ein Maximum der Verbindungsfestigkeit zu erhalten.

**Fördermittelgeber, FKZ** BMWi ZIM, 16KN021241
**Projektbearbeiter** Sabrina Jenkel • jenkel@faserinstitut.de
**Kooperationspartner** IWT, Formtech, Arkon, Verkontec, Seefried Schweißtechnik

## Bachelor-Arbeiten

Baltz, S. (2017): Harz-Infusionsverhalten von partiell in Aluminium eingebetteten Glasfasergeweben

Barnkothe, L. (2017): Untersuchung der mechanischen und elektrischen Eigenschaften nativer Spinnenseide vor dem Hintergrund einer technischen Anwendung

Dirlam, S. (2017): Direkte Aushärtebestimmung während der Fertigung von Faserverbundbauteilen im Rotorblattbau mittels Gleichstrom Widerstandsmessung (DCRM) - Untersuchung und Test eines DCRM auf Einsetzbarkeit und Tauglichkeit in der Rotorblattfertigung

Dogan, O. (2017): Methodenvergleich zur Identifizierung von Fasern

Geiler, T. (2017): Einfluss einer Gewebezwischenlage auf die Verbindungsfestigkeit zwischen thermoplastischen und duroplastischen Materialien

Hesselmann, M. (2016): Analyse struktureller Verbindungstechniken mit Bewertung eines Einsatzes möglicher Konzepte anhand einer Raumfahrtstruktur

Koskeroglu, M. (2016): Entwicklung einer Noppenwabe aus Baumwoll- und Polylactidfasern mit verschiedenen Mischverhältnissen – Analyse der Druckfestigkeit und Feuchtigkeitsregulation

Kretschmer, M. (2017): Charakterisierung der mechanischen Eigenschaften von CFK-Stahl-Hybrid-Laminaten in Abhängigkeit der Oberflächenbehandlung der Stahlkomponenten – Analyse und Simulation zur Anwendung in Seitenaufprallträgern

Lessmann, H. (2016): Ermittlung von Rovingpermeabilität auf Mikroflussebene im Vakuuminfusionsverfahren

Loob, H. (2017): Untersuchung der Fugeverbindung zwischen mit Hilfe des Selektiven Laserschmelzens gefertigter Metallinserts und kohlenstofffaserverstarktem Kunststoffen

Marschler, D. (2016): Evaluation of Errors in Coupled Structure and Process Simulation for Injection Moulding Components

Nowakowski, P. (2016): Entwicklung einer Fahrwerkseinheit durch Einsatz von endlosfaserverstärktem Spritzguss

Ovad, F. (2017): Untersuchung von Konsolidierungsprozessen fur eine kosteneffiziente Fertigung von CFK-Bauteilen

Schneider, M. (2016): Mechanische Kennwerte und Korrosionsverhalten hybrider CFK-Ti-Laminate

Shardan, P. (2016): Charakterisierung eines adhäsiven Films zur automatisierten Applikation in einem kontinuierlichen Fertigungsprozess von Faserverbundwerkstoffen



Shariati, A. (2016): Evaluierung der Strukturintegrität von sensorisierten endlosfaserverstärkten Kunststoffen

Sivasubramaniam, T. (2016): Schlaufenförmige Strukturen – Konstruktionsweisen und Anwendungsmöglichkeiten

Tuitje, C. (2017): Beurteilung der Faser-Matrix-Grenzflache kohlenstofffaserverstärkter Kunststoffe mit Hilfe des Fragmentationstests

Voosen, M. (2016): Analyse der Fertigungseinflusse auf miniaturisierte Schlaufenverbindungen aus Faserverbundwerkstoff

Wegner, J. (2016): Analytische und experimentelle Ermittlung von Auslegungsparametern fur ein Composite-Handlingsystem zur schädigungsfreien Handhabung technischer Textilien in der Luftfahrtindustrie

Zimmermann, P. (2017): Computertomographie basierte Auswertung des Versagensverhaltens von Schlaufenverbindungen

## Master-Arbeiten

Arslan, E. (2017): Entwicklung und Verifizierung von Messstrategien zur Prozessüberwachung beim Vakuuminfusionsverfahren an Faserverbundbauteilen mittels Lamb-Wellen

Attila, U. (2017): Entwicklung und Auslegung eines PKW-Getriebedeckels auf kurzfaserverstärktem Thermoplast mit kraftflussgerechter Endlosfaserverstärkung

Bielefeld, J. (2017): Integration von optischen Polymerfasern in Textilien als Sensoren für Verformungen und zur Beleuchtung

Eggemann, K. (2016): Auslegung und Prozessuntersuchung von kraftflussgerechten Verstärkungselementen für thermoplastische Kanupaddel in Faserverbundbauweise

Emde, N. (2016): Entwicklung einer Methode zur Untersuchung der Faser/Matrix Haftung von Naturfasern in Polyurethan

Gosler, A. (2016): Betrachtung von Vorspannkräften bei CFK-Schlaufenstrukturen hinsichtlich der Auswirkungen auf die mechanische Leistungsfähigkeit

Haack, L. (2016): Untersuchung von Ultraschall und Induktion zur automatisierten Fixierung von CFK-Komponenten im Co-Bonding-Prozess

Holst, T. (2016): Entwicklung, Konstruktion und Aufbau einer In-situ Zugprüfeinheit zur Untersuchung des Versagensverhaltens von Klebeverbindungen faserverstärkter Kunststoffe in einem Computertomographen

Ivanitzki, W. (2016): Entwicklung und Erprobung eines funktionalisierten Verstärkungselementes aus Endlosfasern für den leichtbaugerechten Großserieneinsatz im Spritzguss

Klein, A. (2016): Experimentelle Validierung einer Aushärtekinetik eines Epoxidharzes und Simulation zur Optimierung der Fertigung von Faserverbund-Bauteilen

Meijer, F. (2017): Entwicklung eines prozessintegrierten Imprägnierverfahrens für Verstärkungsfasern zur generativen Fertigung lastoptimierter Verbundbauteile

Nimsgarn, B. (2017): Evaluierung von geführten Ultraschallwellen zur Qualitätsprüfung von Faserverbund-Metall-Übergangsstrukturen im Leichtbau

Pendzich, M. (2017): Konstruktion eines Kurbelwellengehäuses fur einen Verbrennungsmotor in Faserverbundbauweise

Rau, R. (2017): Fügetechnologien für vereinfachten Vakuumaufbau von zukünftigen Flügelschalen

Rückert, P. (2016): Simulation von fertigungsbedingten Verformungen in Faserverbundstrukturen mittels Kopplung von Bilddatenanalyse und Finite-Elemente-Methode

Schneider, R. (2017): Validierung einer Spannvorrichtung fur Schlaufenverbindungen in CFK-Al-Strukturen

Schottker, T. (2016): Aufbau eines Prüfstandes zur Charakterisierung des Abgleitverhaltens von unidirektionalem Prepreg

Skowronek, M. (2017): Entwicklung eines gläsernen Presswerkzeugs zur optischen Untersuchung des Imprägnierverhaltens hybrider Textilien

Sluzhivtsev, I. (2017): Untersuchung des Einflusses der Faservorspannung sowie der Preformgeometrie im Herstellungsprozess auf die Eigenschaften von thermoplastischen Schlaufenanschlüssen

Stoffel, N. (2016): Optimierung eines CNC gesteuerten elektro-mechanischen Systems zur Fertigung textiler Schlaufenverbindungen

Tchouahatankoua, A. (2017): Werkstoffgerechte strukturelle Verbindungstechniken für Leichtbaumaterialien unter kryogenen Betriebsbedingungen in der Luft und Raumfahrt

Weinelt, S. (2016): Analyse der Aushartung von luftfahrtrelevanten Faserverbundbauteilen im Autoklaven mittels Strömungssimulation

Wenger, L. (2016): Analyse und Anpassung des Verfahrens zur Abscheidung von Carbon Nanotubes (CNT) auf Kohlenstofffasern im CVD-Prozess zur Entwicklung einer kontinuierlichen CNT-Modifizierung

Zielesniak, S. (2017): Erprobung und Bewertung eines Sensorsystems zur Echtzeitmessung der Glasübergangstemperatur von Faserverbund-Sandwichbauteilen unter Serienbedingungen



## Artikel

Bendig, O., Herrmann, A.S., Brauner, C., Kibben, S., Kroll, L., Hesselbach, J., Vollertsen, F., Chandrashekhar, S. (2016): Fabrication and characterization of Bragg gratings in perfluorinated polymer optical fibers and their embedding in composites. ELSEVIER Verlag online: Elsevier.com/locate/mechatronics.

Brauner, C., Frerich, T., Herrmann, A.S. (2016): Cure-dependent thermomechanical modelling of the stress relaxation behaviour of composite materials during manufacturing. Journal of Composite Materials, online jcm.sagepub.com

Christ, M., Miene, A., Mörschel, U. (2016): Measurement and Analysis of Drapeability Effects of Warp-Knit NCF with a Standardised, Automated Testing Device. Faserinstitut Bremen e. V.

Dimassi, M.A., Brauner, C., Focke, O., Herrmann, A.S. (2017): Experimental investigation of Tied Foam Core sandwich compression performance. Faserinstitut Bremen e. V.

Evers, J.F., Breuer, M., Ischtschuk, L., Reinhold, R. (2016): Kosteneffiziente Lösungen für eine industrialisierte Fertigung von CFK-Versteifungsprofilen. Faserinstitut Bremen e.V.

Fischer, H., Haag, K., Müssig, J. (2016): Standardisation & Harmonisation of the Length Analysis of Flock Fibres by Scanner-based Image Analysis. Melliand International Worldwide Textile Journal, März 2016

Fischer, H., Büttner, D., Mirzaghavam, M., Emde, N. (2016): Guter Brandschutz mit einfachen Mitteln — Flammgeschütze Sandwichplatten aus naturfaserverstärktem und biobasiertem Polyurethan. Kunststoffe, Hanser Verlag, April 2016

Fischer, H., Büttner, D., Mirzaghavam, M., Emde, N. 82016): Good Fire Protection with Simple Flame Retardants — Fire-Protected Sandwich Panels Made from Natural Fiber-Reinforced Bio-Based Polyurethane. Kunststoffe international, Hanser Verlag, April 2016

Fischer, H., Radulescu, C., Wartenberg, S. (2016): Development of Andvanced Compatible Materials for the Restoration of Cultural Heritage Assets (MYTHOS): First Results. Tex Teh Bucharest, Romania, VIth edition.

Fischer, H., Hofmann, M. (2017): Aus Alt mach Neu — Startschuss für futureTEX-Forschungsvorhaben „RecyCarb“. Faserinstitut Bremen e.V. März 2017

Fischer, H., Mirzaghavam, M., Emde, N., Büttner, D. (2016): Leistungsfähige Sandwichplatten aus Bio-Polyurethan mit Naturtextildecklagen. Technische Textilien Verlag: dfv Mediengruppe,
August 2016

Fischer, H., Mirzaghavam, M., Emde, N., Büttner, D. (2016): Efficient sandwich boards made of bio-polyurethane and natural textile covers. Technical Textiles Verlag: dfv Mediengruppe, August 2016

Fischer, H., Haag, K., Müssig, J. (2016): Standardisation & Harmonisation of the Length Analysis of Flock Fibres by Scanner-based Image Analysis. Melliand International Worldwide Textile Journal, dfv Mediengruppe, March 2016

Salas, M., Koerdt, M., Hübner, M., Kahali, M., Lang, W. (2016): Material integrated sensors for an optimal baseline selection on a wireless SHM network. Online https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp, Januar 2017

## Buch

Bäumer, R. (2016): Kontinuierliche Herstellung dreidimensionaler faserverstärkter Multistegplatten mit pinverstärkten Sandwichkernen (KoMP). Forschungsberichte aus dem Faserinstitut Bremen e.V. (2016), Herstellung und Verlag: Books on Demand GmbH, Norderstedt.

Bostan, L., Büttemeyer, H. (2017): Multifunktionale poröse Fasern zur Schall- und Thermoisolierung (Fibre-Foam). Forschungsberichte aus dem Faserinstitut Bremen e.V. 51 (2016), Herstellung und Verlag: Books on Demand GmbH, Norderstedt.

Drieling, A., Focke, O. (2017): Nachhaltige Produktion von PKW-Fahrzeuginterieur und Radlaufschalen (NaPPF), Forschungsberichte aus dem Faserinstitut Bremen e.V. (2017).

Drieling, A. (2017): Cotton Fibre Length. In: Gordon, S., Abidi, N.: Cotton Fibres: Characteristics, Uses and Performance. Herstellung und Verlag: Nova Science Publishers, Hauppauge NY 11788-3619, USA, ISBN 978-1-53610-913-9.

Drieling, A. (2017): Importance of the Quality Program for Brazilian Cotton in the 2016/2017 Season and Main Trends for the Coming Years. In: ABRAPA Yearbook. Herstellung und Verlag: ABRAPA, Brazil.

Evers, J. F. (2016): KOLIPRI - Entwicklung von Prozessen zur beschleunigten Herstellung von vielfältigen CFK-Strukturkomponenten. Forschungsberichte aus dem Faserinstitut Bremen e.V. (2016), Herstellung und Verlag: Books on Demand GmbH, Norderstedt.

Fischer, H. (2016): Sandwichplatten aus Naturfaser verstärktem Bio-Polyurethan und PU-Schaum als Beitrag zum Nachhaltigen Leichtbau (NF-BioPUr). Forschungsberichte aus dem Faserinstitut Bremen e.V. 51 (2016), Herstellung und Verlag: Books on Demand GmbH, Norderstedt.

Koerdt, M. (2016): Verarbeitung hybrider Textilien zu endlosfaserverstärkten Primärstrukturbauteilen aus PEEK - Abschlussbericht des LuFo IV-2 Projekts VIA-Hybrid-FORM. Forschungsberichte aus dem Faserinstitut Bremen e.V. 51 (2016), Herstellung und Verlag: Books on Demand GmbH, Norderstedt.

Müller, L. (2016): Resin Film Pultrusion - Kosteneffiziente Lösung für eine automatisierte, kontinuierliche Fertigung von CFK-Versteifungsprofilen- Abschlussbericht des AiF Projekts RFP. Forschungsberichte aus dem Faserinstitut Bremen e.V. 52 (2016), Herstellung und Verlag: Books on Demand GmbH, Norderstedt.



## Tagungsband

Borgmann, H. (2016): ITHEC 2016 — 3rd International Conference and Exhibition on Thermoplastic Composites, 11 – 12 October 2016, Congress Center Bremen, Germany. Conference Proceedings.

Dimassi, M.A., Brauner, C., Herrmann, A.S. (2016): Experimental study of the mechanical behaviour of pin reinforced foam core sandwich materials under shear load. Online iopscience.iop.org, März 2016

Koerdt, M., Hübner, M., Kahali Moghaddam, M., Lang, W., Herrmann, A. S. (2017): Integration von minimalinvasiven Sensoren in Faserkunststoffverbunde zur Herstellungsprozesskontrolle und Zustandsüberwachung, Wiedemann, M., Melz, T. (Hrsg), Smarte Strukturen und Systeme, Tagungsband des 4SMARTS-Symposiums, 21.-22. Juni 2017, Braunschweig, Shaker Verlag, Aachen 2017

## Tagungsbandbeitrag

Büttemeyer, H., Solbach, A., Emmelmann, C., Herrmann, A.S. (2016): Development of a bracket element with a hybrid method of construction (CFRP/Ti). 2nd International Conference Euro Hybrid Materials and Structures, 20. – 21. April 20146, Kaiserslautern

Büttemeyer, H., Gosler, A., Herrmann, A.S. (2016): Einfluss der Faservorspannung während der Aushärtung auf das quasi-statische Zugfestigkeitsverhalten von CFK-Schlaufenstrukturen. 15. Chemnitzer Textiltechnik Tagung, 31. Mai – 1. Juni 2016, Chemnitz

Dimassi, M.A., Herrmann, A.S. (2017): Numerical Simulation of Low Velocity Impact on Pin-Reinforced Foam Core Sandwich Panel. Key Engineering Materials, online www.scientific.net/KEM.742.673, Trans Tech Publications, Switzerland

Drieling, A., INTERWOOLLABS Management Committee (2017): INTERWOOLLABS Report on Round Trial Results Completed in 2016. IWTO Congress, 3. April 2017, Harrogate, UK.

Drieling, A., Fischer H. (2017): Fibre Quality Testing and International Harmonisation on the Example of Cotton. ICNF 2017 – International Conference on Natural Fibres, 21. Juni 2017, Braga, Portugal.

Drieling, A. (2017): CSITC Round Trials: Current Status and Aims Towards Including New Parameters. 76th ICAC Plenary, 22.-27. Oktober 2017, Tashkent, Usbekistan.

Eder, F., Kling, M., Heieck, F., Greiner, J., Miene, A., Cherrier, C., Clasen, R., Söhnchen, R.: A new Approach towards quality assessment using collaborative robotics and multi sensor measurement. ECCM17 - 17th European Conference on Composite Materials, 26.-30.06.2016, MunichDimassi, M.A., Focke, O., Brauner, C., Herrmann, A.S. (2016): Experimental study of the indentation behaviour of tied foam core sandwich structures. ECCM17 – 17th European Conference on Composite Materials, 26 – 30 Juni 2016, München

Fette, M., Henschel, M., Wille, T., Büttemeyer, H., Schiebel, P. (2017): New Methods for Computing and Developing Hybrid Sheet Molding Compound Structures for Aviation Industry. 1st Cirp Conference on Composite Materials Parts Manufacturing, cirp-ccmpm2017, ELSEVIER Verlag, online www.sciencedirect.com

Heieck, F., Greiner, J., Middendorf, P., Hanning, T., Miene, A.: 3DMosaik (ZIM) – Merging virtual and real development of textile based composite parts with optical measurement techniques. Aachen - Dresden - Denkendorf International Textile Conference (ADD-ITC), Dresden, November 24-25, 2016.

Hofmann, M., Fischer, H. (2016): RecyCarb: Process Optimisation and On-Line Monitoring in the Recycling of Carbon Fibre Waste for the Re-Use in High-Grade Fibre-Reinforced Plastics. ITHEC 2016 3rd International Conference & Exhibition on Thermoplastic Composites, 11 – 12 Ocotber 2016 Congress Center Bremen

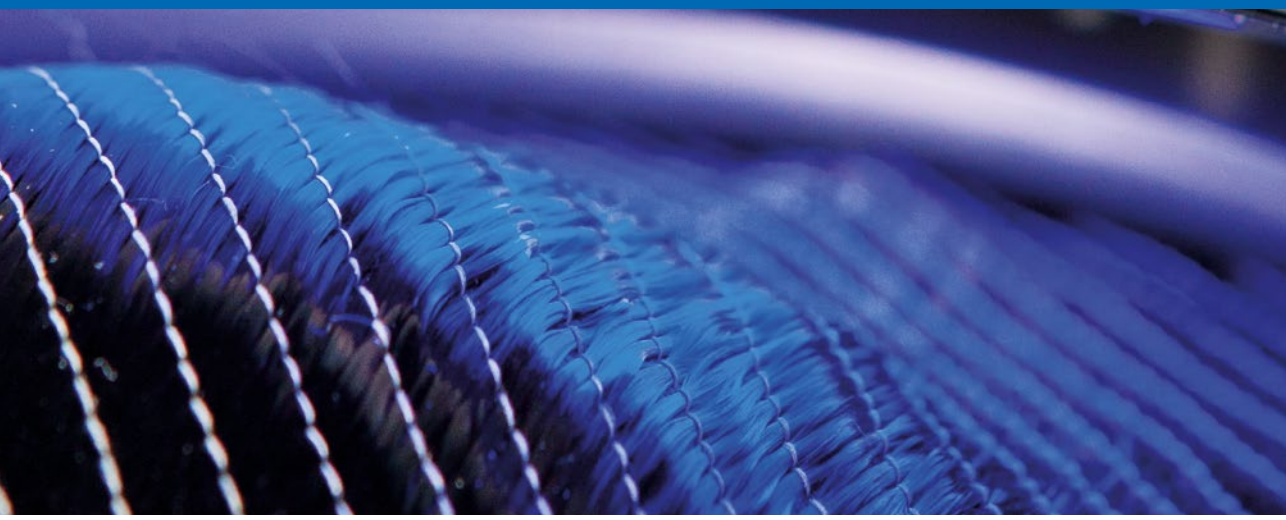
Hofmann, M., Yuan, Q., Fischer, H., Miene, A. (2017): RecyCarb — process optimisation and on-line monitoring in the recycling of carbon fibre waste for the re-use in high-grade fibre-reinforced plastics. 25th & 26th October 2017, online www. edana.org

Hübner, M., Lang, W., Herrmann, A.S. (2017): Integration von minimalinvasiven Sensoren in Faserkunststoffverbunde zur Herstellungsprozesskontrolle und Zustandsüberwachung. Smarte Strukturen und System, Tagungsband des 4Smarts-Symposiums, Shaker Verlag 2017, 21.- 22.- Juni 2017, Braunschweig

Ispas, A., Popescu, C., Roşu, G., Radulescu, C., Fischer, H., Rödel, P., Dinu, M., Radvan, R. (2016): Conservation and Valorization of Heritage Ethnographic Textiles. Euro-Mediterranean Conference, Digital Heritage. Progress in Cultural Heritage: Documentation, Preservation, and Protection, 6th International Conference, EuroMed 2016, Nicosia, Cyprus, October 31 – November5, 2016, Proceedings Part 1

Kremberg, J., Brauner, C., Dimassi, M.A., Herrmann, A.S., Reinhardt, O. (2016): NUMERICAL INVESTIGATION AND IMPROVEMENT OF THE CRASH BEHAVIOUR OF A SMALL AIRCRAFT COMPOSITE STRUCTURE. ECCM17 – 17th European Conference on Composite Materials, 26 – 30 Juni 2016, München

Miene, A., Brauner, C.: Using Online Process Monitoring as a Feedback for Process Simulation. 7th International Symposium on Composites Manufacturing for High Performance Applications – ISCM 24.–25.08.2016, Braunschweig.



FASERINSTITUT FIBRE BREMEN


## Faserinstitut Bremen e.V.
Am Biologischen Garten 2
Building IW3
28359 Bremen
www.faserinstitut.de

## Institutsleiter
Prof. Dr. Axel S. Herrmann
Telefon +49 (0)421 218-58700
E-Mail sekretariat@faserinstitut.de

## Labor Universität
Dr.-Ing. Ernö Németh
Telefon +49 (0)421 218-58692
E-Mail nemeth@faserinstitut.de

## Labor Baumwolle / Wolle
Bremer Baumwollbörse
Wachtstraße 17–24
28195 Bremen
Telefon +49 (0)421 339-7017
E-Mail labor@faserinstitut.de


Universität Bremen