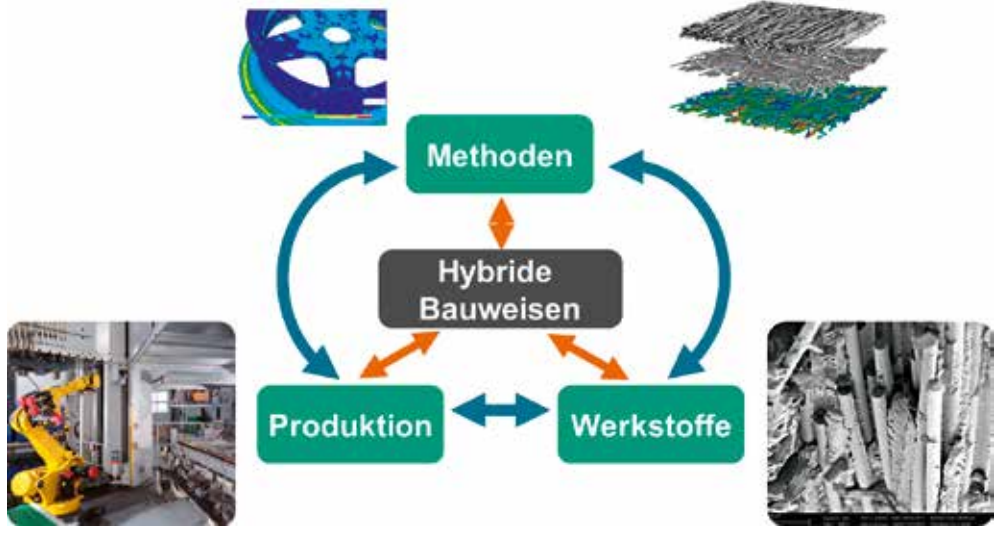


INNOVATIONSCLUSTER
KITE hyLITE

TECHNOLOGIEN FÜR DEN HYBRIDEN LEICHTBAU



KITe hyLITE ist ein Innovationscluster mit dem Fokus auf Forschung zu Faserverbundtechnologien für den hybriden Leichtbau. Ziel ist dabei die konsequente Umsetzung eines Multi-Material-Designs (MMD) zur intelligenten Kombination von Faserverbundkunststoffen mit weiteren Werkstoffgruppen, die sich an den jeweiligen Anforderungserfordernissen orientieren.

Die erfolgreiche Umsetzung dieses Grundsatzes der hybriden Bauweise ist nur durch eine ganzheitliche Betrachtung und Bewertung des Gesamtsystems Methoden-Werkstoffe-Produktion zu realisieren.

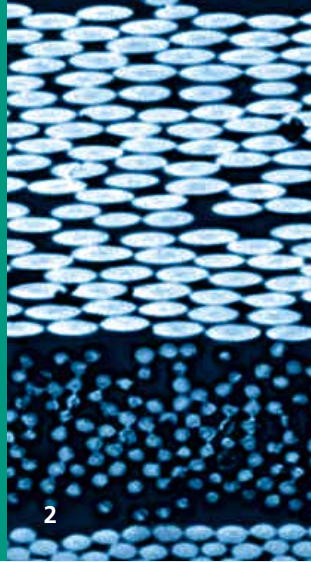
Im Wissen um die Komplexität jedes einzelnen der benannten Themenkomplexe wurde das Innovationscluster KITe hyLITE als starker Verbund von Partnern gegründet, der seit Jahren interdisziplinär die Beantwortung von Fragestellungen des hybriden Leichtbaus mit dem Schwerpunkt der Faserverbundtechnologien vorantreibt. Die Kernpartner sind auf der Achse Freiburg-Karlsruhe-Darmstadt angesiedelt und entstammen der Fraunhofer Gesellschaft, sowie dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT).

Gemäß dem eingangs beschriebenen Fokus auf den Faserverbundtechnologien konzentrieren sich die Forschungsarbeiten innerhalb des KITe hyLITE auf die nachfolgend genannten Verarbeitungstechnologien:

- Langfaserverstärkte Thermoplaste im Direktverfahren (LFT-D)
- Langfaserverstärkte Duromere in Form von Sheet Molding Compound (SMC) sowie Polyurethan (PUR) Fasersprühen
- Resin Transfer Molding (RTM)
- In situ-Polymerisation basierend auf endlosfaserverstärktem Polyamid 6
- Technologien für die Handhabung und das Preforming textiler Halbzeuge

In diesem Kontext werden Methoden erarbeitet, die zur Auslegung, Simulation und Charakterisierung der Faserverbundtechnologien erforderlich sind. Ergänzend erfolgt die Entwicklung neuer und eine Weiterentwicklung bestehender Werkstoffsysteme. Diese sind in Kombination mit den betrachteten Produktionstechnologien erforderlich, um Faserverbundwerkstoffe in hybriden Strukturen erfolgreich in Anwendungen der Mittel- und Großserie einzuführen. Abgerundet werden diese Kompetenzen durch umfassende Erfahrungen in der Prüfung, Charakterisierung und Bewertung der beschriebenen Werkstoffe. Dieses Wissen ist essenziell, um eine Validierung der Struktur- sowie der Prozesssimulation umzusetzen und die Prozessentwicklung voranzutreiben.





WERKSTOFFE

Im Themenbereich »Werkstoffe« werden Werkstoffe analysiert und ihre Eigenschaften anwendungsorientiert eingestellt. Der Fokus liegt hier zum einen auf der Entwicklung geeigneter Prüfkonzepte für neuartige faserverstärkte Werkstoffe und

Hybridverbunde. Zum anderen wird gezielt untersucht, wie durch Prozessoptimierung ein für die jeweilige Anwendung optimaler Verbundwerkstoff kreiert werden kann.

Analyse

- Werkstoffprüfung unter Berücksichtigung von Anisotropie, Heterogenität und Einsatzbedingungen
- Durchführung und Bewertung von Normtests
- Charakterisierung von der Mikrostrukturanalyse bis hin zu makroskopischen, strukturabhängigen Werkstoffkenngrößen
- Bruchflächenanalyse
- Eigenspannungsanalyse

Einstellung

- Werkstoffoptimierung durch Zugabe von Additiven
- Ermittlung der Abhängigkeit zwischen Prozessparametern (Temperatur/Druck) und Werkstoffeigenschaften
- Oberflächenmodifizierung zur Herstellung von Hybriden

Konkrete Beispiele aus KITE hyLITE:

1 Langfaserverstärkte Thermoplaste (LFT-D)

- Ermittlung der anisotropen Eigenschaften, der Temperatur- und der Dehnratenabhängigkeit von langfaserverstärkten Thermoplasten
- Computertomographie an langfaserverstärkten Kunststoffen und Analyse der Faserorientierungsverteilung
- Bruchflächenanalyse

2 Resin Transfer Molding (RTM)

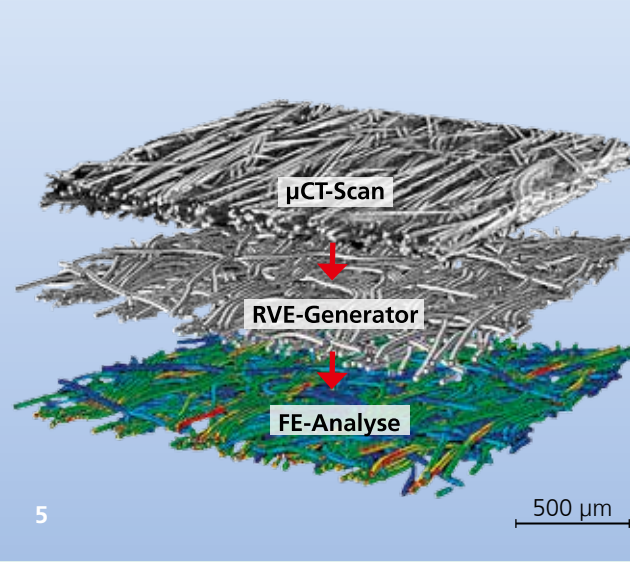
- Ermittlung des Prozesseinflusses auf die mechanischen Eigenschaften von RTM und T-RTM Bauteilen

3 Langfaserverstärkte Duromere (SMC)

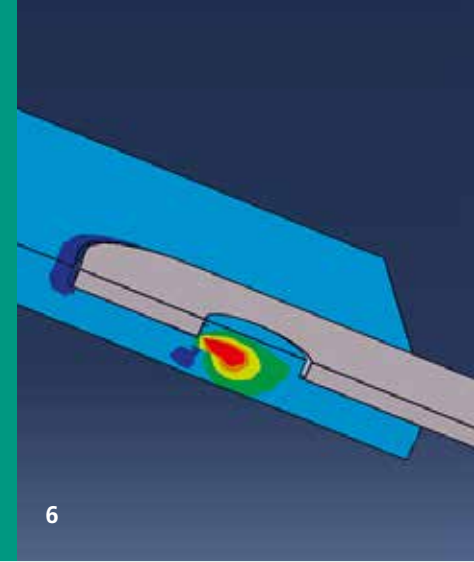
- Experimentelle Untersuchungen zur Charakterisierung von Sheet Moulding Compound (SMC) hinsichtlich des Schwingfestigkeits- und Bruchverhaltens zur Erschließung des Leichtbaupotenzials
- Untersuchung der Anbindung von Endlosfasern an wirr-faserverstärktem SMC und Evaluierung dynamischer und statischer Festigkeitssteigerungen durch eine zusätzliche Endlosfaserverstärkung



4



5



6

METHODEN

Um das Leichtbaupotenzial von hybriden Strukturen voll ausschöpfen zu können, sind geeignete »Methoden« zur Auslegung und Bewertung notwendig. Da die Eigenschaften faserverstärkter Hybridverbunde sehr komplex sind, nutzt

das KITE hyLITE eigens entwickelte Bewertungsmethoden von Mikrostrukturmodellierungen der Faserverbundwerkstoffe, Bemessungskonzepten bei zyklischer Belastung sowie Bewertungen der Verbindung zwischen verschiedenen Werkstoffen.

Entwicklung und Durchführung von

- Bauteil- und Komponententests unter komplexen Belastungen: biaxial, statisch, zyklisch, dynamisch, Einsatztemperatur, Umgebungsmedien
- Prüfkonzepten als Grundlage für Bewertungsmethoden
- Mikromechanischen Modellierungen: Homogenisierung, Eigenschaftsvorhersage, Mikrostrukturgestaltung, Materialoptimierung
- Abgestimmten Materialmodellen (inkl. Implementierung)
- Prozess- und Bauteilsimulationen
- Methoden zur Optimierung und Bewertung

Konkrete Beispiele aus KITE hyLITE:

4 Bemessungskonzept

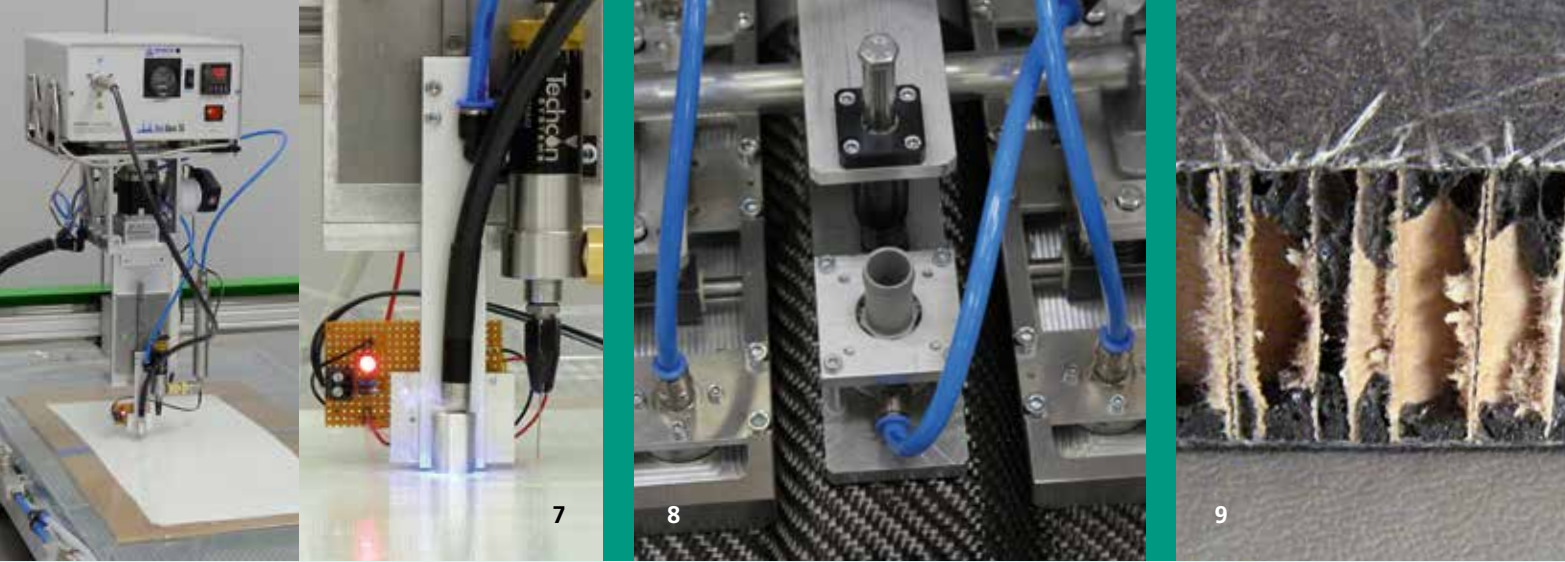
- Weiterentwicklung eines Bemessungskonzepts zur Abschätzung der Lebensdauer zyklisch belasteter Bauteile

5 Mikrostrukturmodellierung

- Mikrostrukturmodellierung von langfaserverstärkten Thermoplasten zur Bewertung des faserlängenabhängigen Kriechverhaltens

6 Bewertung von Hybridverbunden

- Methodenentwicklung zur Bewertung von Kunststoff-Metall-Hybridverbunden auf der Basis des Verformungs- und Versagensverhaltens
- Optimierung von Hybridverbunden



PRODUKTION

Inhalt des Kernthemas »Produktion« ist die Überführung bereits etablierter oder neuer Faserverbundtechnologien in die industrielle Anwendung. Der Fokus liegt dabei auf der Reduzierung von Zykluszeiten, der Steigerung der Funktionsintegration durch Hybridisierung und der Sicherung der reproduzierbaren Bauteilqualität mittels durchgängig automatisierter Produktionsabläufe.

Mit dem Ziel, Bauteile aus Faserverbundkunststoffen zukünftig verstärkt in der Mittel- und Großserienfertigung zu

etablieren, konzentrieren sich die Forschungsarbeiten des KITE hyLITE auf die Fertigungstechnologien (LFT-D), SMC, Polyurethan Fasersprühen, HP-RTM sowie thermoplastischen RTM.

Ergänzend zu den genannten Prozesstechnologien bildet die Handhabung und das Preforming trockener und bebindearter textiler Halbzeuge einen Schwerpunkt im Kernthema »Produktion«, da insbesondere die Harzinfusionsverfahren (RTM) hohe Anforderungen in diesem Themenkomplex stellen.

Konkrete Beispiele aus KITE hyLITE:

7 Chemical Stitching

- Neuer Ansatz für das Fixieren textiler Halbzeuge in einem vorgeformten Zustand
- Lokaler Eintrag von Fixierungspunkten basierend auf Klebstoffen oder Harzen
- Keine Verwendung großflächig aufzutragender Bindersysteme

8 Entwicklung eines Drapiergreifer

- Reproduzierbares Handhaben von textilen Halbzeugen
- Präzise Positionierung und Drapierung
- Modulares, robotergestütztes System

9 PUR Fasersprühen

- Robotergestütztes System zur reproduzierbaren Ausbringung langfaserverstärkter Polyurethane in die Werkzeugkavität
- Kombination mit verschiedensten Kernstrukturen zur Umsetzung von Sandwichstrukturen
- Demonstration der Machbarkeit anhand einer Einhausung für Motoreinheiten in Nahverkehrszügen

INNOVATIONSClUSTER KITe hyLITE

TECHNOLOGIEN FÜR DEN HYBRIDEN LEICHTBAU

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Frank Henning
Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT
Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7 | 76327 Pfinztal
Telefon +49 721 4640-420
frank.henning@ict.fraunhofer.de
www.kite-hylite.de

Das Kernteam von KITe hyLITE setzt sich zusammen
aus drei Instituten der Fraunhofer-Gesellschaft

Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT
Benjamin Hangs
Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7 | 76327 Pfinztal
Telefon +49 721 4640-792 | benjamin.hangs@ict.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM
Dr. Michael Luke
Wöhlerstraße 11 | 79108 Freiburg
Telefon +49 761 5142-338 | michael.luke@iwf.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit
und Systemzuverlässigkeit LBF
Prof. Dr. Andreas Büter
Bartningstr. 47 | 64289 Darmstadt
Telefon +49 6151 705-277 | andreas.bueter@lbf.fraunhofer.de

sowie vier Instituten des
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Institut für Fahrzeugsystemtechnik
Lehrstuhl für Leichtbautechnologie
Timo Müller
Rintheimer-Querallee 2 | 76131 Karlsruhe
Telefon +49 721 608-45387 | timo.mueller@kit.edu

Institut für Angewandte Materialien – Werkstoffkunde
PD Dr. Kay Weidenmann
Kaiserstraße 12 | 76131 Karlsruhe
Telefon +49 721 608 44165 | kay.weidenmann@kit.edu

Institut für Produktionstechnik
Alexander Ochs
Kaiserstraße 12 | 76131 Karlsruhe
Telefon +49 721 608-45387 | alexander.ochs@kit.edu

Institut für Produktentwicklung
Norbert Burkardt
Kaiserstr. 10 | 76131 Karlsruhe
Telefon +49 721 608 42378 | norbert.burkardt@kit.edu