

Spitzenforschung in Bayern



Bayerischer Forschungsverbund CFK/Metall-
Mischbauweisen im Maschinen- & Anlagenbau

NEUE LEICHTIGKEIT FÜR SCHWERE MASCHINEN

Die Faserverbundtechnologie gilt als eine der Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts. Im Leichtbaubereich spielt sie vor allem in Form der „Kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffe“ (CFK) eine immer größere Rolle. Bisher beschränkt sich ihr Einsatz insbesondere auf die Luft- und Raumfahrt, den Nischenfahrzeugbau und die Sportartikelindustrie. Dabei versprechen CFK gerade im Maschinen- und Anlagenbau eine signifikante Leistungssteigerung: Neben dem geringeren Gewicht und der erhöhten Festigkeit kann CFK auch zu einer höheren Präzision und, da es im Gegensatz zu Metallen kaum Ermüdungserscheinungen aufweist, auch zu einer höheren Lebensdauer führen.

Einsatzhemmnisse sind bisher die hohen Werkstoffkosten, aufwändige, manuelle Fertigungsverfahren und unzureichendes Know-how im Bereich der Konstruktion und Auslegung von Komponenten und Gesamtsystemen, die den besonderen Anforderungen des Maschinenbaus gerecht werden. Wichtige Punkte sind z. B. die CFK-gerechte Auslegung eines Bauteils, die anforderungsgerechte Gestaltung

des Übergangs CFK/Metall im Bauteil oder die Beständigkeit gegen betriebsbedingte äußere Einflüsse (Temperatur, aggressive Medien, häufige Lastwechsel).

Bei bestimmten Anwendungen ist es bereits gelungen, Stahl mit CFK zu kombinieren. Sie sind jedoch alle nur für eng begrenzte Anforderungen ausgelegt, denn die Ansätze beruhen auf Initiativen einzelner Firmen, die nach Lösungen für sehr spezielle Probleme suchten. Genau hier setzen die Arbeiten von FORCiM³A an: Sie sollen diese Einzelfälle auf eine breitere Basis heben. Als Ausgangspunkt dient eine Welle, die in den Papiermaschinen von Voith Composites bereits zum Einsatz kommt und Grundlage für das Übertragen der Technologie auf andere Bauteile ist. Fünf weitere Bauteile aus dem Maschinen- und Anlagenbau werden so exemplarisch daraufhin überprüft, ob und unter welchen Bedingungen sich dort Faserverbundwerkstoffe einsetzen lassen. Das Ziel ist die Erstellung von hybriden Demonstrator-Bauteilen, die aus Metall und CFK bestehen.

Bildcollage
CFK-Mischbauweisen – in vielen
Bereichen bereits Standard



Sprecher:

Dr. Markus Lang, Voith Composites GmbH & Co. KG, Garching bei München
Prof. Dr. Klaus Drechsler, FhG Projektgruppe FIL Augsburg & Lehrstuhl für Carbon Composites, TU München
Prof. Dr.-Ing. André Baeten, Professor für Leichtbau, Faserverbund und Technische Mechanik, Hochschule Augsburg

Geschäftsführung:

Dr. Timo Körner
Anwenderzentrum Material- und Umweltforschung (AMU) der Universität Augsburg
Universitätsstr. 1a, inno-cube
86159 Augsburg

Tel +49 (0)821 598-3592

E-Mail koerner@amu-augsburg.de

Internet www.bayfor.org/forcim3a

Gefördert durch die Bayerische Forschungsförderung mit 2,2 Mio. Euro für eine Laufzeit von 3 Jahren.



Hier ist CFK bereits im Einsatz: Instrumententräger und vollständiger Unterflügelbehälter für das Forschungsflugzeug HALO, entwickelt und hergestellt von der Fa. Aerostruktur



Frischer Wind für Verbundwerkstoffe: Die Fa. SGL Rotec verwendet CFK für Rotorblätter in Windkraftanlagen

ARBEITSFELDER IM VERBUND

FORCiM³A gliedert sich in sieben Teilprojekte, die die Schritte, die sich bei der Entwicklung eines hybriden Bauteils ergeben, widerspiegeln:

Innovative Hybrid-Bauweisenkonzepte

Der erste Schritt ergibt sich durch die Notwendigkeit, in enger Abstimmung mit den Industriepartnern geeignete hybride Bauweisenkonzepte für typische Maschinenelemente zu erstellen und daraus eine entsprechende grundlegende Methodik abzuleiten.

Auslegungs- und Berechnungsmethoden

Hierauf basierend wird die Auslegungs- und die Berechnungsmethodik für die vorliegenden Konzepte entsprechend der typischen Lastenhefte des Maschinenbaus erarbeitet.

Material- und Prozesstechnologien

Es gibt für die Realisierung von hybriden CFK-Bauteilen eine große Zahl verschiedener Fertigungsverfahren. In TP 3 werden die für die Anforderungen am besten geeigneten Material-, Materialfüge- und Prozesstechnologien erforscht.

Werkstoffeigenschaften

Entscheidende Bedeutung bei der erfolgreichen Einführung von hybriden CFK-Bauteilen kommt der Grenzfläche zwischen CFK und Metall

für Krafteinleitungsbereiche zu. Hier ist grundlegend die Art und Langzeitstabilität der Verbindungen zu untersuchen und materialwissenschaftlich zu charakterisieren.

Generische Demonstrator-Bauteile

Dieses Teilprojekt hat die Realisierung von generischen Demonstratoren zur Aufgabe, um die Ergebnisse der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten möglichst realitätsnah zu bewerten. Die Partner verfügen in der Summe über eine einzigartige Ausstattung zur prototypischen Herstellung der Komponenten.

Test generischer Demobauteile

In TP 6 werden sowohl verschiedene, grundlegende Verbindungskonzepte als auch die hergestellten Demobauteile im Hinblick auf ihr Verformungs- oder Versagensverhalten sowie auf ihre Lebensdauer untersucht.

Systemsimulation und Validierung

TP 7 nimmt die kontinuierliche, begleitende Bewertung der Arbeiten von TP 1-6 vor. Hier soll u. a. eine Bewertung des technologischen Reifegrads der CFK-Technologie erarbeitet werden. Dies erfolgt auch auf der Basis der Simulation generischer Gesamtsysteme mit CFK-Komponenten.

Akademische Partner:

- AMU Anwenderzentrum der Universität Augsburg
- Hochschule für angewandte Wissenschaften Augsburg
- FhG Projektgruppe Funktionsintegrierter Leichtbau Augsburg
- TU München
 - FZG Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebebau – Außenstelle Augsburg
 - Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften
 - iwb Anwenderzentrum Augsburg
 - Lehrstuhl für Carbon Composites

Industriepartner:

Aerostruktur Faserverbundtechnik GmbH
 AxynTeC Dünnschichttechnik GmbH
 Biersack Technologie GmbH & Co. KG
 Chr. Mayr GmbH + Co. KG
 GMA Werkstoffprüfung GmbH
 HUFSCHMIED Zerspanungssysteme GmbH
 LEUKA
 Multivac Sepp Haggenmüller GmbH & Co. KG
 Ott-Jakob Spanntechnik GmbH
 SPN Schwaben Präzision GmbH
 Voith Composites GmbH



Papierwalze in Hybridbauweise der Fa. Voith Composites

Bavarian research & innovation



Bavarian Research Cooperation for CFRP/metal composite design in machine and plant construction

NEW LIGHTWEIGHT TECHNOLOGY FOR HEAVY MACHINERY

Fibre composite technology is a key technology of the 21st century. It is becoming increasingly important in lightweight design, primarily in the form of carbon fibre reinforced plastic (CFRP). So far, its use is limited mainly to aerospace applications, niche vehicles and sports equipment. However, CFRP has enormous potential for improving performance in machine and plant construction. As well as being lighter and stronger, CFRP can also achieve greater precision and, because unlike metal it shows hardly any signs of fatigue over time, greater durability.

Factors that have so far hampered the use of this material include the high material costs, time-consuming manual production techniques, and lack of expertise in the design of components and systems that satisfy the special requirements of machine construction. For example, the design of each part must suit the material and the transition from CFRP to metal must be designed to meet the demands placed on the component. The part must also be able to withstand the external factors

encountered in operation, such as temperature, aggressive substances and frequent load changes.

In some applications steel has already been successfully combined with CFRP. However, in all these cases the material was designed for very limited requirements in response to the needs of individual firms seeking solutions to special problems. This is where the work of FORCIM³A comes in. Its aim is to give these individual cases a broader base. The starting point is a shaft already used in the paper machines of Voith Composites, which serves as a template for transferring the technology to other components. Five other machine and plant parts are being studied as an example to establish whether and under what conditions fibre composites could be used in their construction. The aim is to build hybrid demo components made of metal and CFRP.

Picture collage
CFRP composite design – already the standard in many areas



Spokesperson:

Dr. Markus Lang, Voith Composites GmbH & Co. KG, Garching near Munich
Prof. Dr. Klaus Drechsler, FhG Project Group for FLD Augsburg & Institute for Carbon Composites, TU München
Prof. Dr.-Ing. André Baeten, Department of Mechanical Engineering, University of Applied Sciences Augsburg

Managing Director:

Dr. Timo Körner
Anwenderzentrum Material- und Umweltforschung (AMU)
University of Augsburg
Universitätsstr. 1a, inno-cube
86159 Augsburg

Phone +49 (0)821 598-3592

E-mail koerner@amu-augsburg.de

Internet www.bayfor.org/forcim3a

Funded by the Bavarian Research Foundation with 2.2 million euros for 3 years.



CFRP in action: Instrument carriers and complete underwing pod for the research aircraft HALO, developed and manufactured by Aerostruktur



Good tailwind for composites: SGL Rotec uses CFRP for wind turbine rotor blades

RESEARCH TOPICS

FORCIM³A is divided into seven sub-projects reflecting the stages involved in developing a hybrid component:

Innovative hybrid design concepts

The first stage results from the need to create suitable hybrid design concepts for typical machine parts in close collaboration with industry partners and to deduce a corresponding fundamental methodology from this.

Design and calculation methods

Based on the results of the first phase, design and calculation methods are produced for these concepts in accordance with typical engineering specifications.

Material and process technologies

There are many different manufacturing processes for hybrid CFRP parts. In sub-project 3, researchers aim to identify the most suitable material, joining and process technologies for the given requirements.

Material characteristics

The contact surfaces between CFRP and metal in areas where force is applied are crucial to the successful introduction of hybrid CFRP parts. Researchers study in detail the nature and long-term stability of the connections

to characterise the material properties.

Generic demonstration parts

The aim of this sub-project is to build generic demos in order to evaluate the results of research and development work as realistically as possible. The partners have a unique set of resources to help them build prototype components.

Testing generic demo parts

In sub-project 6, researchers study both a range of fundamental joining concepts and the manufactured demo parts to assess their deformation and failure characteristics and their lifespan.

System simulation and validation

Sub-project 7 is concerned with continuously evaluating the results of sub-projects 1 to 6. It is during this stage that the maturity of the CFRP technology is appraised. This is done partly by simulating generic complete systems with CFRP components.

Academic Partners:

- AMU Anwenderzentrum, University of Augsburg
- University of Applied Sciences Augsburg
- FhG Project Group for Functional Lightweight Design Augsburg
- TU München
- Gear Research Centre (FZG) Augsburg
- Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften
- *iwb* Anwenderzentrum Augsburg
- Institute for Carbon Composites

Industry Partners:

Aerostruktur Faserverbundtechnik GmbH
 AxynTeC Dünnschichttechnik GmbH
 Biersack Technologie GmbH & Co. KG
 Chr. Mayr GmbH + Co. KG
 GMA Werkstoffprüfung GmbH
 HUFSCHMIED Zerspanungssysteme GmbH
 LEUKA
 Multivac Sepp Haggenmüller GmbH & Co. KG
 Ott-Jakob Spanntechnik GmbH
 SPN Schwaben Präzision GmbH
 Voith Composites GmbH



Hybrid-design paper roller at Voith Composites