

## HiProtect

Entwicklung eines neuartigen Leichtbau-Materialverbundes mit ballistischen und selbstheilenden Schutzeigenschaften

<b>Programm / Ausschreibung</b>	FORTE, FORTE, FORTE - Kooperative F&E-Projekte 2020	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.10.2021	<b>Projektende</b>	31.12.2024
<b>Zeitraum</b>	2021 - 2024	<b>Projektlaufzeit</b>	39 Monate
<b>Keywords</b>	Kunststoff-Verbundwerkstoffe, Impacteigenschaften, Selbstheilung, ballistischer Schutz,		

### Projektbeschreibung

Mobile Abwehrstrukturen zum Schutz mobiler militärischer Einheiten sollen für verschiedene Einsatzszenarien rasch aufbaubar sein und einen zuverlässigen und dauerhaften ballistischen Schutz bei den jeweiligen Einsatzbedingungen gewährleisten. Dies erfordert in erster Linie Strukturbauteile, die einfach zu transportieren und praktikabel montierbar sind. Demzufolge stellt ein niedriges Bauteilgewicht eine zentrale Grundanforderung dar, die primär durch den Einsatz von faserverstärkten Hochleistungsverbundkunststoffen zu erreichen ist. Um bei einer Reduktion der Bauteilmasse gleichzeitig die Beständigkeit gegenüber höchsten Impactbeanspruchungen sicherzustellen, sind neben der Auswahl geeigneter Einsatzstoffe mit hoher Schlagfestigkeit bei einem gleichzeitigen Höchstmaß an Bruchzähigkeit vor allem auch effektive Verbundwerkstoffstrukturen erforderlich. Durch einen mehrphasigen Werkstoffaufbau mit definierter Abfolge von Weich- und Hartkomponenten (u.a. polymere Schaumwerkstoffe) wird durch strukturell wirkende Versagensmechanismen die einwirkende Impactenergie bestmöglich verteilt und ein Durchschlag vermieden. Für eine zusätzliche Verbesserung der Langzeitbeständigkeit gegenüber wiederholter Impacteinwirkung kann der Einsatz selbstheilender Polymermaterialien im Werkstoffverbund zu einer Regeneration impactgeschädigter Bereiche führen, sodass die Schutzwirkung auch bei erneuter ballistischer Beanspruchung gegeben ist. Für das gegenständliche Forschungsprojekt ergeben sich daraus folgende Zielsetzungen:

Erstellung eines effektiven Werkstoffkonzeptes (Einsatzstoffe, Werkstoffaufbau) zur Erreichung ballistischer Schutzwirkung und Selbstheilungsfunktion mit optimierten gewichtsbezogenen Eigenschaften.

Herstellung eines Verbundwerkstoffes mit optimiertem Werkstoffaufbau. Das entwickelte Werkstoffkonzept ist unter Verwendung konventioneller Verarbeitungsverfahren umzusetzen, wobei vor allem auch auf eine wirtschaftliche Verfahrensführung zur Herstellung qualitativ hochwertiger Verbundbauteile zu achten ist. Als Resultat soll ein funktionsfähiger Demonstrator, als modular aufbaubares ballistisches Abwehrsystem bereit gestellt werden.

Evaluierung des einsatzrelevanten Eigenschaftsprofils der Verbundwerkstoffstruktur. Dies umfasst zunächst die mechanische und bruchmechanische Charakterisierung sowie Impactversuche an Prüfkörpern aus hybriden Verbundwerkstoffplatten unter Berücksichtigung von Temperatur und Feuchtigkeitseinflüssen. Das Bauteilverhalten wird hinsichtlich der Einsatztauglichkeit als ballistisches Abwehrsystem sowohl durch spezielle, praxisnahe Impactversuche am Bauteil (Laborversuche) als auch durch Schusstests im Feldversuch überprüft.

Neben der Entwicklung und Bereitstellung dieser innovativen ballistischen Schutzmodule aus hybriden Faserverbundkunststoffen ist übergeordnet auch ein vertieftes Werkstoffverständnis hinsichtlich der erstellten Werkstoffstruktur-Eigenschafts- und Verarbeitungsbeziehungen zu erwarten. Das erarbeitete Werkstoffkonzept ist somit auch auf weitere Einsatzbereiche übertragbar, wo höchste und dauerhaft wirksame Schadenstoleranz bei schlagartiger Beanspruchung gefordert ist.

## **Abstract**

Mobile defence structures for the protection of mobile military units should be quickly erectable for different operational scenarios and guarantee reliable and durable ballistic protection under the respective operational conditions. This primarily requires structural components that are easy to transport and practical to assemble. Consequently, a low component weight is a central basic requirement, which can primarily be achieved by using fibre-reinforced high-performance composites. In order to simultaneously ensure resistance to the highest impact stresses while reducing the component mass, effective composite material structures are required with high impact strength and a simultaneous maximum fracture toughness. A multi-phase material structure with a defined sequence of soft and hard components (including polymeric foam materials) distributes the impact energy in the best possible way through structurally acting failure mechanisms and prevents a puncture. For an additional improvement of the long-term resistance to repeated impact, the use of self-healing polymer materials in the material composite can lead to a regeneration of impact-damaged areas, so that the protective effect is also given in the case of renewed ballistic stress. Hence, the following objectives are resulting for the present research project:

Creation of an effective material concept (input materials, material structure) to achieve ballistic protection and a self-healing function with optimised weight-related properties.

Production of a composite material with optimised material structure. The developed material concept is to be implemented using conventional processing methods, whereby particular attention is to be paid to economic process management for the production of high-quality composite components. As a result, a functional demonstrator is to be made available as a modular ballistic defence system.

Evaluation of the application-relevant property profile of the composite structure. This initially includes mechanical and fracture-mechanical characterisation as well as impact tests on test specimens made of hybrid composite panels, taking into account the effects of temperature and moisture. The component behaviour is tested with regard to its suitability for use as a ballistic defence system by means of special, practical impact tests on the component (laboratory tests) as well as by shooting tests in the field.

In addition to the development of these innovative ballistic protection modules made of hybrid fibre composite materials, a deeper understanding of the underlying material structure-properties- and processing relationships can be expected. The material concept developed can thus also be transferred to other areas of application where the highest and durable damage tolerance is required in the event of impact loading.

## **Projektkoordinator**

- Montanuniversität Leoben

## **Projektpartner**

- carbon-solutions Hintsteiner GmbH

- Bundesministerium für Landesverteidigung