

# REPARATURKONZEPTE FÜR FASERVERBUNDSTRUKTUREN

## Induktiv erwärmte Metallbleche für eine flexible, schnelle und effiziente Reparatur

**Aufgrund des stark wachsenden Anteils an Bauteilen aus Faserverbundmaterialien wird es sowohl für Hersteller als auch OEMs immer wichtiger, sich mit der Thematik MRO (Maintenance, Repair & Overhaul bzw. Wartung, Reparatur & Überholung) auseinanderzusetzen. Wissenschaftliche Einrichtungen haben die Aufgabe, Grundlagen in diesem Bereich zu erarbeiten und diese in neue Entwicklungen, Konzepte und Verfahren zu überführen.**

Ein wichtiger Prozessschritt in der Reparatur von Faserverbundstrukturen ist die Integration des Reparaturstücks, des sog. Patches. Auf Basis eines durch das Material vorgegebenen Druck- und Temperaturzyklus, verbindet sich der Patch mit dem umliegenden Material. Um diesen Prozessschritt flexibler, schneller und effizienter zu gestalten, wurde am Institut für Bauweisen und Strukturtechnologie des DLR in Stuttgart ein Reparaturverfahren entwickelt, das induktiv erwärmte Metallbleche zur Erzeugung der benötigten Prozesstemperaturen verwendet (Abb. 1).

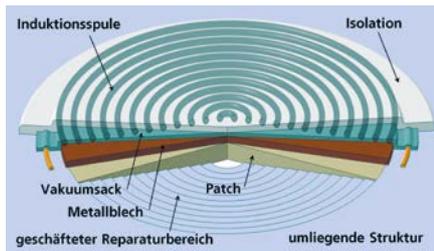


Abb. 1: Skizzierter genereller Verfahrensaufbau – Reparatur mithilfe eines induktiv erwärmten Metallblechs

Nach dem Entfernen des beschädigten Materials werden die einzelnen Lagen des Patches oder ein bereits ausgehärteter Patch im vorgesehenen Reparaturbereich positioniert. Dann wird passend zur Geometrie des Patches das Metallblech entsprechend zugeschnitten und auf dem Patch platziert. Ein Vakuumaufbau direkt über dem Metallblech gewährleistet den für die Kompaktierung benötigten Druck. Über das Vakuum wird das Metallblech auf den Patch gepresst. Das Verfahren kann also auch auf gekrümmten Strukturen zum Einsatz kommen.

Der erste Vorteil dieser Technologie im Vergleich zum derzeitigen Stand der Technik ist die lokale Erwärmung. Durch den präzisen Zuschnitt des Metallblechs wird die Wärme nur da erzeugt, wo sie benötigt wird. Die Möglichkeit, zwischen dem sich erwärmenden Metallblech und die Indukti-



Abb. 2: Mobiler Reparaturkoffer zur Erzeugung des benötigten Prozessdrucks und der Temperatur

onsspule eine Isolationsschicht (bspw. aus Glaswolle) einzubringen, stellt einen weiteren Vorteil dar. Zum einen werden Wärmeverluste minimiert und die Wärmeleitung in den Patch verbessert, zum anderen können dadurch höhere Temperaturen erzielt werden. Momentaner Stand der Technik sind Heizmatten, bei denen üblicherweise Heizdrähte in glasfaserverstärktem Silikonkautschuk eingebettet werden. Das Silikon ist aber wärmebeständig, sodass die Temperatur bei einer direkten Erwärmung der Heizdrähte auf ca. 230 °C beschränkt ist. Das reicht für die meisten duromeren Systeme. Die Schmelz- beziehungsweise Verarbeitungstemperatur bei Hochleistungsthermoplasten liegt jedoch zwischen 300 °C und 400 °C. Das neue Verfahren soll es ermöglichen, faserverstärkte Hochleistungsthermoplaststrukturen zu reparieren und auch höhere Heizraten zu erreichen. Zur Demonstration des neuen Reparaturkonzeptes wurde ein mobiler Reparaturkoffer entwickelt. Er enthält die nötige Hardware, um sowohl den Temperatur- als auch den Druckzyklus zu erzeugen und zu regeln (Abb. 2, 3).



Abb. 3: Anwendungsbeispiel des mobilen Reparaturkoffers



Abb. 4: JEC-Award 2015 in der Kategorie MRO auf der JEC Americas

Auf der internationalen Verbundwerkstoffmesse JEC Americas 2015 in Houston (USA) erhielt das DLR-Reparaturkonzept den JEC-Award in der Kategorie MRO. Der Preis zeichnet die besten Innovationen im Bereich der Faserverbundwerkstoffe aus (Abb. 4).

Weitere Informationen:

**Dipl.-Ing. Markus Kaden,**  
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Institut für Bauweisen und Strukturtechnologie, Stuttgart,  
Telefon +49 (0) 7 11/68 62-782,  
E-Mail: markus.kaden@dlr.de,  
www.dlr.de