

Projekttitle: Reparatur struktureller Bauteile aus faserverstärktem Kunststoff mit zusätzlicher Vernähung der Fügestelle - StructRepair+

Partner: Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen University
und
Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg,
Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau

Laufzeit: 12/2013 – 02/2016

Durchgeführte Arbeiten und erzielte Ergebnisse

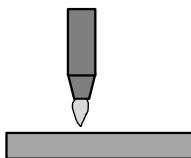

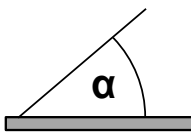
Im Projekt StructRepair+ wurden ausgehend von den Defiziten heute etablierter Verfahren ein hybrides Reparaturverfahren bestehend aus einer gestuften Klebung mit zusätzlicher struktureller Vernähung entwickelt und untersucht.

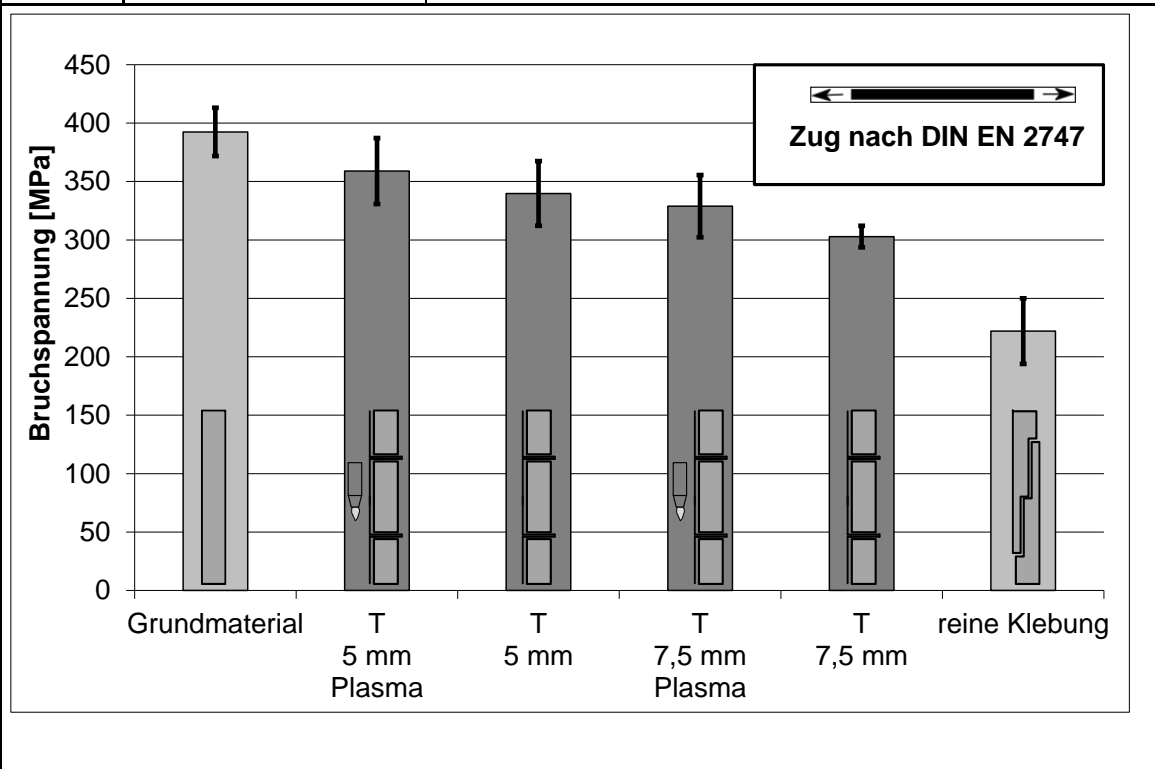
Untersuchungen zur Fertigungstechnik und zum strukturmechanischen Verhalten der hybriden Reparatur wurden durchgeführt, um eine technische und wirtschaftliche Bewertung der hybriden Reparatur durchführen zu können. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse zur Strukturmechanik zeigt Tabelle 1.

Das strukturmechanische Verhalten wird für die unterschiedlichen betrachteten Grundmaterialien durch die Anzahl und den Durchmesser der in Dickenrichtung verlaufenden Anteile der Verstärkungselemente dominiert. Die Nahtführung auf der Oberfläche und der Winkel, in welchem die Verstärkungselemente eingebracht werden, haben dagegen keinen signifikanten Einfluss auf die Festigkeit der Fügestelle. Die Ausführung der Verstärkung kann daher in weiten Grenzen hinsichtlich einer guten Herstellbarkeit gestaltet werden.

Mit der strukturmechanisch und fertigungstechnisch vorteilhaften T-förmigen Naht, welche durch einen Tuftingprozess auch bei nur einseitigem Zugang in die Fügezone eingebracht werden kann, wird eine Zugfestigkeit von über 90 % der Festigkeit des reparierten Grundmaterials erreicht.

Tabelle 1: Zusammenfassung der strukturmechanischen Ergebnisse

| | | |
|--------------------------|----------------------------|--|
| Materi- al/ Aufbau | Verstärkungsfaser | <ul style="list-style-type: none"> C-Faser verstärkt |
| | Oberfläche | <ul style="list-style-type: none"> gefräst und Plasmabehandelt  |
| Geometrie | Nahtform | <ul style="list-style-type: none"> T-Naht  |
| | Nahtmuster/ Nahtführung | <ul style="list-style-type: none"> Abstand der Bohrungen 5 mm Nahtführung fertigungsoptimiert (da kein signifikanter Einfluss auf mech. Eigenschaften) |
| | Bohrungswinkel α | <ul style="list-style-type: none"> $\alpha = 90^\circ$ (da fertigungs-technisch vorteilhaft)  |



Die wesentlichen Schritte zur Fertigung der hybriden Reparatur sind in Abbildung 1 zusammengefasst.

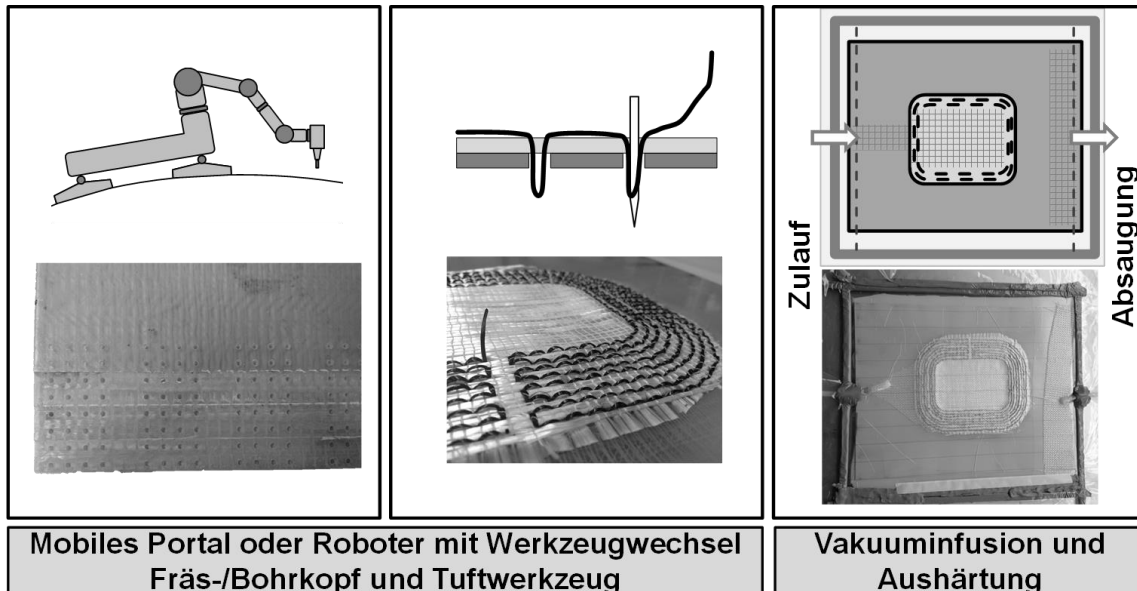


Abbildung 1: Fertigung der hybriden Reparatur

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen klar das technische Potenzial der hybriden Reparatur für die Instandsetzung strukturell beschädigter FVK-Komponenten. Neben der Erhöhung der Verbindungsfestigkeit führt die Einführung eines alternativen Lastpfades über die formschlüssig wirkenden Verstärkungselemente zu einer teilreduzanten Auslegung der Reparatur. Die zusätzliche Lastübertragung über die Verstärkungselemente ermöglicht hohe Festigkeiten auch dann, wenn geometrisch bedingt die optimalen Schäft- bzw. Überlappungslängen nicht eingehalten werden können. Die hybride Reparatur ist trotz ihrer gegenüber der reinen Klebung um ca. 35 % höheren Kosten wirtschaftlich, wenn durch sie der Austausch einer Komponente vermieden werden kann.

Durch die einfache Ausführung auch bei nur einseitigem Zugang zur Reparaturstelle eignet sich das entwickelte hybride Reparaturverfahren auch für die Reparatur von Deckschichten struktureller Kernverbundbauteile mit Hartschaumkern. Die in den Hartschaumkern eindringenden Schlaufen der Tufting-Naht bewirken eine zusätzliche Verankerung der reparierten Deckschicht im Schaumkern und können dadurch den Verbund zwischen Kern und Deckschicht zusätzlich stärken.



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences



Institut für
Textiltechnik und
Lehrstuhl für
Textilmaschinenbau

RWTHAACHEN
UNIVERSITY

Ausführliche Informationen

Der ausführliche Abschlussbericht zum Forschungsprojekt StructRepair+ können bei den beteiligten Forschungsstellen angefordert werden.

Kontakt

Institut für Textiltechnik (ITA) der RWTH Aachen University:

Dipl.-Ing. Philipp Abel, philipp.abel@ita.rwth-aachen.de, Tel.: 0241 80 234 00

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg:

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Kfm. Markus Linke, markus.linke@haw-hamburg.de,

Tel.: 040 428 75 7902

Das IGF-Vorhaben IGF- Nr.:17972 N der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Forschungsnetzwerk
Mittelstand



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie