

# HyPatchRepair

Schadensfallangepasste, thermoplastische Hybridstrukturen auf Basis kontinuierlicher Faserverstärkung zur Reparatur von Hochleistungsfaserverbundwerkstoffen

PROJEKTE

## Motivation und Ziel

Bei der Herstellung von Flugzeugteilen werden vermehrt faserverstärkte Kunststoffe eingesetzt, um das Leichtbaupotential optimal zu nutzen. Aktuell ist die Reparatur von Flugzeugoberflächen durch die Technologien zur Reparatur von beschädigten Metallteilen inspiriert. Beschädigte Stellen werden mit genieteten oder verklebten Blechen repariert, was zu einer gestörten Materialstruktur, reduzierter Aerodynamik und erhöhtem Gewicht führt. Diese Technologie zur Reparatur von Luftstrukturen durch Nieten ist in Abbildung 1 dargestellt. Eine neue Strategie zur Reparatur von faserverstärkten Flugzeugoberflächen ist notwendig. Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung einer effizienten Reparaturtechnologie für künftige Luftfahrtstrukturen. Zu diesem Zweck soll ein Reparatur-Patch mit lastoptimierter Faserorientierung und einer an den Schadensbereich angepassten Geometrie in die zu reparierende Struktur integriert werden.

## Lösungsansätze

In Zukunft sollen beschädigte faserverstärkte Flugzeugstrukturen mit thermoplastischen Faserverbund-Patches repariert werden, die exakt auf den Schadensbereich abgestimmt sind und die Wiederherstellung der ursprünglichen Oberflächengeometrie zur Erhaltung der aerodynamischen Eigenschaften ermöglichen. Zwei verschiedene Technologien zur Herstellung von Reparaturpflastern werden eingesetzt und verglichen:

- Additive Fertigung mit kontinuierlich faserverstärkten Thermoplasten im Filament Composite Manufacturing (FCM) Prozess
- Tailored Fibre Placement (TFP) und Konsolidierung von Hybrid-Textilien

Beide Technologien ermöglichen die Herstellung eines passgenauen Reparatur-Patches mit anpassbarer Faserorientierung. Die Patches werden mit einem materialgerechten Verfahren auf die vorbereitete Schadstelle aufgebracht, ohne dass es zu einer Gewichtszunahme in der reparierten Struktur kommt.

Bevor das angepasste faserverstärkte Reparatur-Patch integriert werden kann, wird das beschädigte Material ausgefräst. Das materialsparende Fräsen wird mit einem Fräsroboter realisiert, wie in Abbildung 2 dargestellt. Ein Beispiel für eine gefräste Schäftung ist in Abbildung 3 zu sehen.

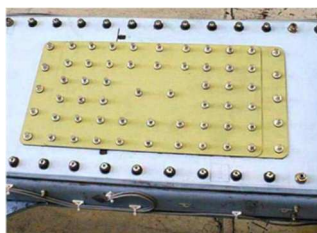


Abbildung 1: Reparatur durch genietete Platte



Abbildung 2: Fräsroboter an einem Seitenleitwerk

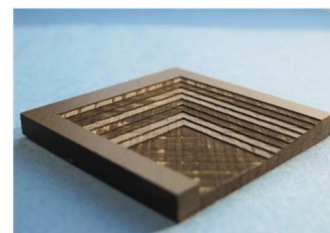


Abbildung 3: Exemplarische Schäftung in einem Laminataufbau

Nach dem Detektieren, Vermessen und Entfernen des beschädigten Materials wird die realisierte Schäftungsgeometrie vermessen. Die Konstruktion des Reparatur-Patches erfolgt last- und geometrieoptimiert zur Schäftung. Vor der Integration in die Struktur werden die Patches besäumt und die Oberfläche im Laserverfahren strukturiert, um eine ideale Verbindung zwischen dem Material des Originalteils und dem Reparatur-Patch herzustellen. Die Integration der thermoplastischen Faserverbund-Patches in die Schäftung erfolgt durch laserbasierte Fügetechniken oder durch Pressschweißen.

Die gesamte Prozesskette zur Reparatur einer beschädigten faserverstärkten Verbundstruktur ist in Abbildung 4 dargestellt.

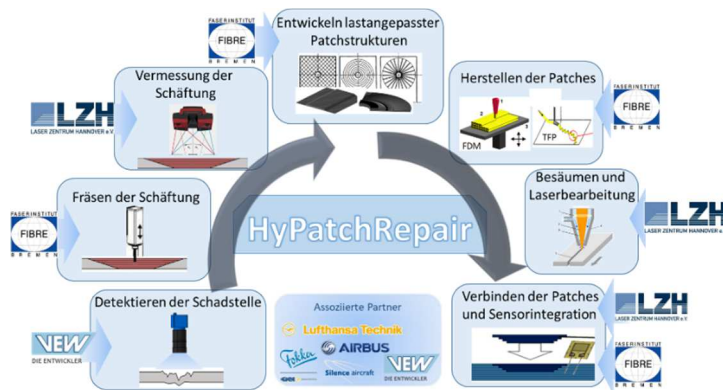


Abbildung 4: Prozesskette

### Mögliche Anwendungen

Die Reparatur-Patches, die individuell, belastungsoptimiert und an die Geometrie des reparierten Teils angepasst sind, können im Schadensfall in verschiedene Luftfahrtstrukturen integriert werden. Mögliche Anwendungen sind beschädigte Teile von Rumpfschalen, Flügeln und Winglets, Leitwerke oder andere Flugzeugstrukturen.

Zur Herstellung der Patches werden bestehende Fertigungstechnologien verwendet. Verschiedene Unternehmen können angepasste faserverstärkte Reparatur-Patches in ihr Produktportfolio aufnehmen. Hersteller und Anwender von Flugzeugen und Komponenten werden in der Lage sein, Strukturen effektiv und kostengünstig zu reparieren.

### Kontakt am Faserinstitut Bremen e. V.

■ Sabrina Jenkel, M.Sc. · Phone: +49 (0)421 218-59660 · [jenkel@faserinstitut.de](mailto:jenkel@faserinstitut.de)

### Förderung

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Das Forschungsprojekt HyPatchRepair wird im Rahmen des nationalen Luftfahrtforschungsprogramms (LuFo V-3) durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert, wofür ausdrücklich gedankt wird.

Förderkennzeichen: 20E1721A

### Projektpartner

- Faserinstitut Bremen e. V.
- Laser Zentrum Hannover e. V.



### Faserinstitut Bremen e. V.

Das [Faserinstitut Bremen e.V.](#) nimmt Forschungs- und Entwicklungsaufgaben auf den Gebieten der Prüfung, Weiterentwicklung und Verarbeitung von Fasern, textilen Halbzeugen und Faserverbundwerkstoffen wahr. Im [Kompetenzfeld Strukturdesign und Fertigungstechnologien](#) werden neue Bauweisen sowie Verfahren zur wirtschaftlichen Fertigung von Bauteilen aus Hochleistungs-Faserverbundwerkstoffen unter Berücksichtigung von Materialeffizienz und Prozesszeiten entwickelt und neue Konzepte für Leichtbaukonstruktionen getestet.

[Faserinstitut Bremen e.V.](#) · Am Biologischen Garten 2 (IW3) · 28359 Bremen · Germany  
 Telefon +49 (0)421 218 587 00 · Telefax +49 (0)421 218 587 10 ·