

Faserverbund-Verankerungsstifte zur Verbindung von mehreren Bauteilen

Anwendungsgebiet

Verbindungen mehrerer Baugruppen und Einzelkomponenten eines Faserverbundbauteils erfordern zurzeit Nachbearbeitungsschritte im Herstellungsprozess bzw. Fremdstoffe im Bauteil.

Durch die an der Universität Stuttgart entwickelte additive Verbindungstechnik können Einzelkomponenten mittels faserverstärkter Stifte formschlüssig miteinander vereint, hinterspritzt oder gefüllt werden. Die Technologie eröffnet sowohl in der Verbindung von Einzelkomponenten als auch in der interlaminaeren Bauteilverstärkung neue Möglichkeiten.

Stand der Technik

Für die Verbindung zweier faserverstärkter Festkörper miteinander werden nach heutigem Stand der Technik Kleb- oder Nietverbindungen genutzt. Unterstützt werden diese Verbindungen, insbesondere Klebverbindungen, meist durch eine Oberflächenbehandlung von mindestens einer der beiden Komponenten, was eine Schädigung des Bauteils bereits während der Herstellung zur Folge haben kann. Im Fall auftretender Zugbelastungen kann eine genietete Verbindung sogar die Schwachstelle einer gesamten Bauteilgruppe sein.

Innovation

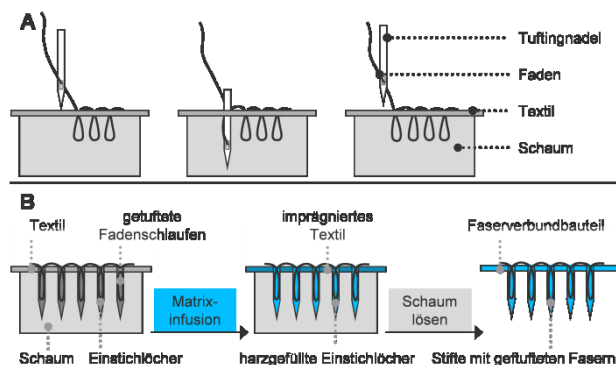
In dem an der Universität Stuttgart entwickelten Verfahren werden Verankerungselemente (Stifte) zeitgleich mit der textilen Trägerstruktur im Bauteil angelegt. Mit einer Nadel, die das Fasermaterial führt, wird durch den textilen Preform in den Schaum (Trägermaterial) eingestochen (Figur 1A). Das Fasermaterial verbleibt beim Herausziehen der Nadel als Schlaufe im Schaum. Während der Imprägnierung des textilen Preforms dringt die Matrix nicht nur in das flächige Textil, sondern auch in die Einstichlöcher im Schaum ein und benetzt die Schlaufen.

Nach der Vernetzung des Matrixmaterials wird der Schaum gelöst und es entsteht ein Faserverbundbauteil – zwei- oder dreidimensional – mit integrierten Verbindungselementen (Figur 1B). Die Stifte ragen entweder in ein zu verfüllendes Bauteilinnere oder stehen aus der zweidimensionalen Ebene heraus. Durch die Verzahnung zweier gegenüberstehender Elemente kann der Formschluss innerhalb einer Fügestelle erreicht werden.

Die Anzahl Stifte pro Flächeneinheit, ihre Größe, Ausrichtung und Anordnung sind flexibel einstellbar, so dass ein individuell an die Bauteilgruppe anpassbares Verbindungselement entsteht.

Ihre Vorteile auf einen Blick

- ✓ Verstärkung von FVK-Bauteilen und -Fügestellen
- ✓ Kraftfluss und -übertrag im Verbundbauteil kontinuierlich gewährleistet
- ✓ Resistenz gegen Temperaturschwankungen aufgrund von Materialhomogenität in der Verbindung
- ✓ Hohe Qualität und Reproduzierbarkeit durch automatisierten Prozess gewährleistet
- ✓ Zweidimensionale und dreidimensionale Bauteile durch die Verwendung von ebenem oder geschlitztem Schaum herstellbar



Figur 1: Schematische Darstellung (A) Einbringen von Fasermaterial als Schlaufen; (B) Imprägnieren der Schlaufen mit Matrix und lösen der Schaumstruktur. [Bild: Universität Stuttgart (ITFT), L. Born]

Technologietransfer

Die Technologie-Lizenz-Büro GmbH ist mit der Verwertung der Technologie beauftragt und bietet Unternehmen die Möglichkeit der Lizenznahme oder des Patentkaufes.

Patent-Portfolio

DE 10 2018 108 745 und EP 19 167 299.7 anhängig.

Kontakt

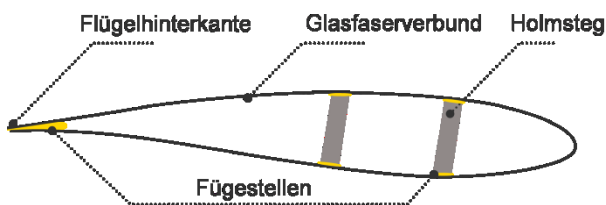
Klaus Röhm, Dipl.-Ing. (FH)
roehm@tlb.de
Technologie-Lizenz-Büro (TLB)
der Baden-Württembergischen Hochschulen GmbH
Ettlinger Straße 25, D-76137 Karlsruhe
Tel. 0721 79004-0, Fax 0721 79004-79
www.tlb.de

Referenz-Nummer: 18/010TLB

Anwendungsbeispiel: Hinterkanten-Verklebung von Windenergie-Rotorblättern und Flugzeugflügeln

Problembeschreibung

Insbesondere die Verbindung der Flügelhinterkanten von Rotorblättern (Windkraftanlagen), aber auch die Fügestelle der innenliegenden Holmstege zur Außenhaut, sind dreidimensional belastete, strukturelle Bauteilbereiche. Derzeit werden diese Verbindungen direkt geklebt (Figur 2). Es werden angedickte duromere Harzsysteme verwendet, die keinen Formschluss der Fügestelle gewährleisten. Sofern Schubbelastungen in den verklebten Bereichen auftreten, besteht folglich die Möglichkeit des Abscherens, wobei sich die Klebeverbindung löst und das Bauteil versagt.



Figur 2: Schematische Darstellung Querschnitt Rotorblatt. [Bild: Universität Stuttgart (ITFT), L. Born]

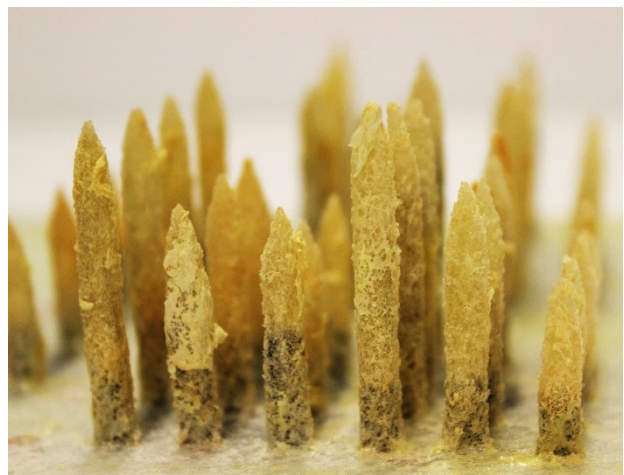
Problemlösung

Flügel einer Windkraftanlage oder eines Flugzeuges bestehen aus faserverstärktem Kunststoff, teilweise auch aus einer Sandwichstruktur mit Decklagen aus faserverstärktem Kunststoff und einem eingeschlossenen Schaum- bzw. Wabenkern. Die Implementierung der Verstärkungsstifte als zusätzliches Bauteilelement wäre somit eine stoffschlüssige Möglichkeit zur Herstellung eines Formschlusses innerhalb der Klebeverbindung, um ein Scherversagen zu vermeiden.



Figur 3: Verstärkung von Fügestellen durch Verstärkungsstifte. [Bild: Universität Stuttgart (ITFT), L. Born]

Es ist angedacht, die zwei zu verbindende Halbschalen mit Verstärkungsstiften zu versehen, welche beim Verkleben der Halbschalen ineinandergreifen (Figur 3). Durch die Verzahnung entstünde eine dreidimensional verstärkte Fügestelle, die auch dreidimensionalen Belastungen wie Schub und Scherung ausgesetzt werden kann. Die Festigkeit der Klebeverbindungen solcher Bauteile könnte sich erwartungsgemäß vervielfachen.



Figur 4: Faser verstärkte Stifte vom zweidimensionalen Bauteil abstehend. [Bild: Universität Stuttgart (ITFT), L. Born]

Die Faserschlaufen der Verstärkungsstifte können bereits während der Herstellung der Halbschalen, im textilen Stacking-Prozess, automatisiert in definierten Bereichen eingebracht werden. Im gesamten Bauteil entsteht somit gleichzeitig eine Z-Verstärkung, eine Verbindung zwischen den einzelnen textilen und speziell den Sandwich-Lagen. Durch eine derartige interlaminaire Verbindung lassen sich die Festigkeitseigenschaften eines Bauteils, speziell solche gegenüber Lastwechseln mit Durchbiegungen, bei denen die Lagen gegeneinander auf Schub beansprucht werden, nachweislich verbessern. Durch das Ergänzen der Bauteilstruktur um die vorgestellten Verstärkungsstifte, könnte folglich ein dauerhaftes High-Performance-Bauteil entstehen.