

Ausgangssituation und Forschungsziel

Ziel des vom BMBF geförderten Verbundprojektes war es, Grundlagen zur bionischen Gestaltung von textilen Gebilden und ihre Umsetzung in textile Fertigungsverfahren zu entwickeln. Dabei war für die Herstellung optimierter Faserverbundstrukturen insbesondere der Kostenfaktor zu beachten.

In der Natur sind Faserstrukturen zu finden, deren Geometrie optimal an die entsprechende Belastung angepasst ist. Beispiele hierzu sind Bäume, Gräser oder Knochen. Grundidee ist die Übertragung dieser Bauweisen der Natur in die Technik. Man kann beobachten, dass zum Beispiel in einem Knochen die Querschnitte an die Belastung angepasst sind. Die Faserverbundtechnik zur Herstellung von optimierten, textilen Strukturen kann als eine erste Annäherung an die Bauweise der Natur angesehen werden. Manuell konnten bereits Strukturen mit optimalem Leichtbaupotential gestaltet werden, die die Festigkeitseigenschaften der Hochleistungsfasern maximal ausnutzen. Die damit verbundenen hohen Kosten standen einem umfassenden Einsatz in der Praxis jedoch entgegen. Ansätze für automatisierte Fertigungsverfahren lieferten das 3D-Flechten, Nähen und Sticken, aber auch der Bereich der multiaxialen Gelege.

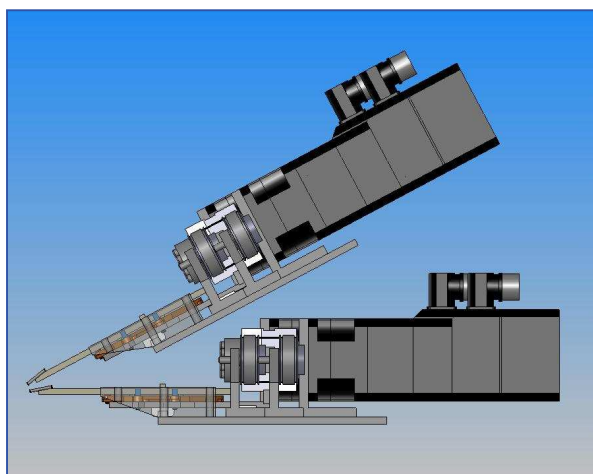
Das Arbeitspaket Multiaxialgelege hat das Cetex Institut gemeinsam mit der Firma Saertex GmbH & Co. KG bearbeitet.

Als Hauptzielstellung wurde die freiprogrammierbare Verlegung von Faserscharen mit dem Ziel der Reduzierung des Abfalls und einer Erhöhung der Produktivität gegenüber der Sticktechnik formuliert.

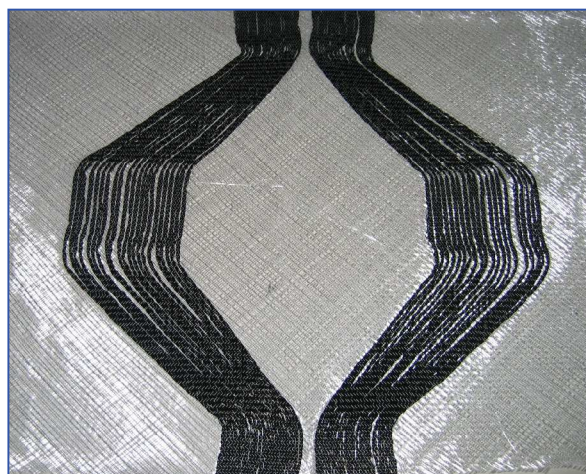
Für einen großtechnischen Einsatz sind multiaxiale Gelegemaschinen die zur Zeit produktivste Lösung. Der Eintrag der Fasern erfolgt in der Ebene in gestreckter Ausrichtung. Die Faserverteilung ist gleichmäßig über die gesamte 2D-Fläche. In gewissen Grenzen können die Eigenschaften des textilen Flächengebildes durch Änderung der Eintragswinkel, der Materialart, der Flächenmassen der einzelnen Lagen und ihrer Verbindung (ein oder zwei Nähfadensysteme mit unterschiedlichen Nähfadenlegungen) verändert werden. Dabei kann aber die Änderung nicht online erfolgen, es ist ein Umrüsten der Anlage erforderlich. Somit galt es, Verfahren und Einrichtungen zur Änderung der Eigenschaften des ebenen textilen Flächengebildes in einem Online-Prozess zu entwickeln.

Im Mittelpunkt standen folgende fünf Aufgaben:

- Erzeugung kundenspezifischer multiaxialer Gelege
- Eintrag von einzelnen Karbonbandabschnitten
- Kettfadenversatz
- Variation der Flächendichte
- Befestigung von gekrümmten Karbonverläufen.



Kettfadenversatzeinrichtung



Belastungsgerechte Filamentablage mit Kettfadenversatz – Carbon auf Glas

Forschungsergebnis

Die Auswertung der hergestellten Muster konnte den Nachweis erbringen, dass mit dieser Einrichtung eine gute Reproduzierbarkeit gewährleistet werden kann. Es wurden mehrere Versatzeinheiten konzipiert, gebaut und optimiert. Neben dem Aufbringen von fadenförmigen Verstärkungen wurden auch für bändchenförmige Strukturen Verlegungsmöglichkeiten gefunden. Durch den Einsatz neuer Bändchenführungsösen, die mittels Rapid Prototyping hergestellt wurden, konnte eine gleichmäßige Ablage der Bändchenschar realisiert werden. Die Optimierung des Verlegegetriebes ermöglicht die Veränderung der Dichte der Verstärkungsfäden/-bändchen in einem größeren Bereich.

Mit den Arbeiten wurden die Grundlagen für eine definierte Verlegung von Verstärkungsfaserlagen in Ablagewinkel von 0° bis über 80° geschaffen. Die Fixierung der Faserlagen erfolgt durch in der Wirkstelle über die gesamte Arbeitsbreite mit Schiebernadeln mittels Durchstichprinzip. Die Dichte der Faserlagen kann in einem Bereich von 1 zu 2 bis 1 zu 4 während der gekrümmten Ablage variiert werden.

Zur Problematik Bändchenverlegung wurde im April 2007 eine Patentanmeldung hinterlegt.

Realisierte Muster

Carving-Ski

Als erstes Demonstrationsbauteil wurde auf Anregung der Firma Saertex ein Carving-Ski aus Glasfasergelege 0°/90° realisiert. Dieser Ski wurde traditionell aus Gelege mit konstanten Abständen in Schuss- und Kettrichtung hergestellt. Die taillierte Form des Skis wurde aus dem Gelege herausgeschnitten. Damit waren im Taillenbergbereich weniger tragende Kettfäden vorhanden. Dieser Mangel konnte durch eine gezielte Beeinflussung der Lage der Kettfäden vorm Vernähen vermieden werden.

Tanktrennwand

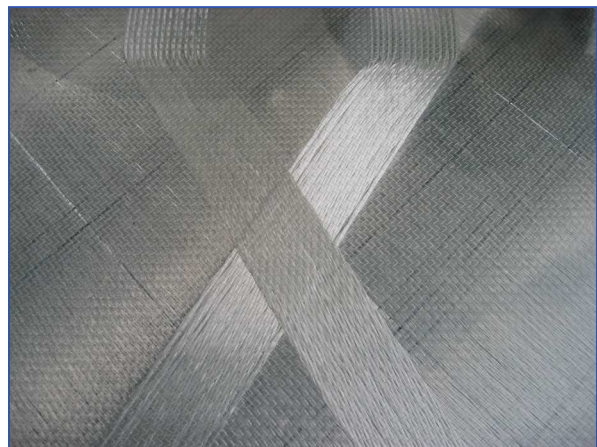
Für ein Demonstratorbauteil der Firma Daimler wurden gemeinsam mit der Firma Saertex mehrere Vorschläge erarbeitet. Für die Vorzugsvariante wurden Probemuster unter Praxisbedingungen hergestellt. Die Produktionsgeschwindigkeit der Wirkmaschine stellte für die Arbeitsweise der Versatzeinrichtung kein Problem dar. Es bestand noch ausreichend Spielraum für eine Erhöhung der Produktivität.

Anwendung und wirtschaftliche Bedeutung

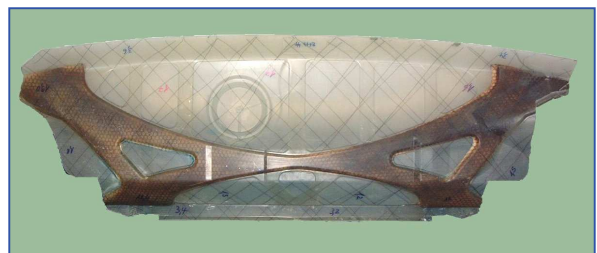
Das neue Verfahren ermöglicht eine kostengünstige Herstellung von Faserverbundstrukturen durch die Entwicklung automatisiert herstellbarer „Basistextilien“ und deren Kombination zu endkonturnahen Vorformlingen mit hohem Integrationsgrad auch bei komplexen Bauteilen.

Damit wird eine weitere Erhöhung des Leichtbaupotentials von Faserverbundstrukturen durch die optimale Gestaltung der Geometrie und der Faserverstärkung, insbesondere in Kraffteinleitungsbereichen und bei komplexen, dreidimensional belasteten Strukturen erreicht.

Die endkonturnahe Fertigung schont die Ressourcen indem der Einsatz der teuren Fasern optimiert und damit Verschnitt reduziert wird. Das Projekt leistet damit einen Beitrag zur Stärkung des Forschungs- und Entwicklungsstandortes Deutschland und zur Schaffung neuer Geschäftsfelder für die Textilindustrie.



Belastungsgerechte Filamentablage mit Kettfadenversatz – Glas auf Glas



DAIMLER-Demonstratorbauteil (Tanktrennwand) aus dem BMBF-geförderten Projekt „BIOTEX“