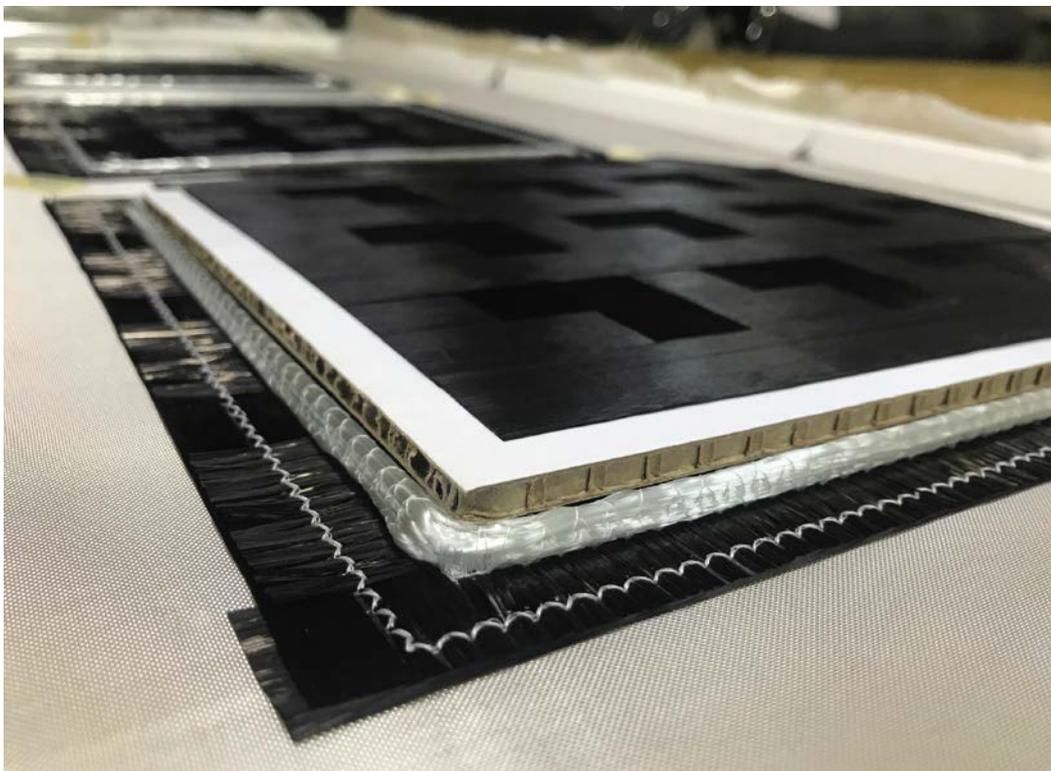


Neue Wege des Faserlegens

Kompakte Anlage verarbeitet pulverimprägnierte Faserbänder effizient zu Preforms

Viele Composite-Anlagen kommen für kleine und mittelständische Unternehmen nicht in Frage, weil sie aufwendig, teuer und komplex sind. Eine neu entwickelte Anlagenkombination deckt die gesamte Prozesskette von der Roving-Herstellung bis zur angepassten Preform ab. Sie ist einfach zu bedienen, wirtschaftlich erschwinglich, passt auf die Fläche eines Wohncontainers und feiert auf der JEC ihre Premiere.



Durch die Kombination aus Tailored Fiber Placement und fixedTow-Legeprozess werden lastpfadgerechte Preforms auch für Start-ups und KMU erschwinglich
(© IFB Stuttgart)

Auch wenn Schlagworte wie Industrie 4.0, Digitalisierung und Automatisierung in aller Munde sind, gibt es bei der Herstellung von Composite-Bauteilen noch Hürden. Großunternehmen haben sich mit der Verarbeitung von Faserverbundwerkstoffen (FVK) zwar vertraut gemacht, für mittelständische Firmen ist die Auslegung und Verarbeitung jedoch komplex, teuer und schwierig. Drei Partner entwickelten daher eine Anlagenkombination mit einfacher Bedienbarkeit und soliden Prozessen. Zusätzlich wird Prozess-Know-how entlang der Wertschöpfungskette angeboten, um die ers-

ten Schritte gemeinsam mit den Anwendern zu bestreiten.

Auf einer Fachmesse für Faserverbundtechnologie trafen sich vor ungefähr drei Jahren die Verantwortlichen des Sondermaschinenbauers M&A Dieterle GmbH, Ottenbach, und des Herstellers von Stickmaschinen Tajima GmbH, Winterlingen, mit Vertretern des Instituts für Flugzeugbau (IFB) der Universität Stuttgart. Gemeinsam wollten sie verschiedene Ideen kombinieren und daraus ein gemeinsames Herstellungsverfahren für Composite-Bauteile entwickeln. Josef Gaiser, Geschäftsführer der Tajima GmbH,

berichtete von Problemen mit den sehr anspruchsvollen Ablegeverfahren in der Luftfahrt und dem Bedarf an möglichst „frugalen“ Anlagen (frugal: f = functional; r = robust (maintenance friendly); u = user-friendly; g = growing; a = affordable; l = local), angepasst an die vielfältigen und oftmals abweichenden Anforderungen unterschiedlicher Industrieanwendungen. Dies war der Startschuss für die Entwicklung der Crosslayer-Anlage.

Das neue Verarbeitungsprinzip sieht vor, die einzelnen Schritte durch vergleichsweise einfache Einzelanlagen voneinander zu trennen und durch Mo- »



Bild 1. Die Produktionsanlage, mit der ein Roving in gleichbleibender Qualität gespreizt und mit Pulverbinder imprägniert wird. Dadurch entsteht das textile und stabilisierte UD-Faserband „fixedTow“ (© M&A Dieterle)

dule flexibel zu handhaben. Das Prozesskonzept sieht vor, den Faseraufbau sowie die Grundmaterialien für das Bauteil vorab digital auszulegen und zu gestalten. Den Anforderungen entsprechend wird die Verstärkungsfaser aus Kohlenstoff- oder Glasfaser aufbereitet, um im Anschluss in einem automatisierten Prozess gezielt abgelegt zu werden. Das entstandene Halbzeug (Preform) wird anschließend mit der Tailored-Fiber-Placement-Technik (TFP) kombiniert, um zusätzliche Funktionalitäten zu integrieren. Resultat ist eine hinsichtlich Umform- und Imprägnierverhalten optimal beschaffte Preform.

Aufbereitung der Verstärkungsfaser

Ausgangspunkt des neuen Anlagen- und Produktionskonzepts ist eine reproduzierbare Faseraufbereitung (**Bild 1**). Das Besondere daran ist, dass ein Faserbündel (Roving) konstant gespreizt und mit einer definierten Menge Pulverbinder imprä-

gniert wird. Die Binderpulver sind entweder auf thermoplastischer Basis oder reaktiv. Die reaktiven Binderpulver verhalten sich unterhalb von 100°C thermoplastisch. Bei Erwärmung über 120°C beginnt die Vernetzung. Dieses Faserband wird als „fixedTow“ bezeichnet (**Bild 2**).

Das fixedTow behält einen textilen Charakter und bleibt somit für Folgeprozesse gut drapierbar. Neben dem Flächengewicht können Bindergehalt (beträgt zwischen 6–10 Gew.-%) und Fasertyp verändert werden. Das Fasermaterial oder der Binder sind leicht und schnell wechselbar. Beispielsweise kann ein 24k-Roving aus Kohlenstofffasern konstant auf 20mm gespreizt werden. So wird ein niedriges Flächengewicht von nur 80g/m² erreicht, was u.a. die Festigkeit im Bauteil steigert. Zudem wird durch diesen Prozessschritt die schwankende Qualität des Eingangsmaterials kompensiert. „Wir als Metallverarbeiter sind es gewohnt, dass das Eingangsmaterial die gleiche Qualität hat“, führt Dietmar Dieterle, Geschäfts-

führer von M&A Dieterle Maschinen- und Apparatebau, aus. „Um die gleiche Materialqualität und somit Prozesssicherheit zu haben, stellen wir unser Ausgangsmaterial für den Ablegeprozess selbst her; mit dem Flächengewicht, und der Bebindung wie wir oder der Kunde es benötigen.“

Auslegung von Prozess und Bauteil

Aus diesem fixedTow-Material werden im zweiten Schritt optimierte 2D-Preforms gelegt, die vorab vom IFB berechnet werden. Das Institut entwickelt Simulationmethoden, um sowohl den Fertigungsprozess als auch das Materialverhalten vorab virtuell abzubilden und zu verbessern. FVK-Bauteile sind zu komplex, um dies rein durch umfangreiche Versuche zu ermitteln. Das IFB hat hierzu eine Berechnungs- und Optimierungsmethodik entwickelt, mit der man anhand kritischer Spannungen und Dehnungen, Position und Verlauf der Faserbänder im Bauteil ermittelt. Ziel ist es, die erforderliche Steifigkeit der Struktur bei minimal eingebrachtem Material zu erreichen. Die so berechneten Faserbahnen bilden das 2D-Ablegemuster, das in einer weiteren Berechnungsschleife mittels Umformsimulation angepasst wird. Hier wird die 3D-Bauteilgeometrie berücksichtigt, die die fixedTow-Preform annehmen muss. Dabei verschieben sich die fixedTows und gleiten voneinander ab. Durch eine Umformsimulation lässt sich dieses Verhalten nachbilden und auf den 2D-Ablegepfad übertragen.

Diese Methodik von kombinierter Struktur- und Prozesssimulation wendete das IFB bereits in der Vergangenheit auf andere Fertigungsprozesse, wie die TFP-Technik, an. Der TFP-Prozess ist ein etablierter und automatisierter Ablageprozess, bei dem eine trockene Verstärkungsfaser mittels einer Mehrkopfstickanlage variabel axial auf einem Grundmaterial mithilfe eines Nähfadens fixiert wird. Dadurch werden die Fasern ressourceneffizient entlang berechneter Belastungspfade abgelegt. Es fällt kein Faserverschnitt an und die Maschinenbedienung sowie die Maschinenprogrammerzeugung über eine CAD-/CAM-Schnittstelle sind schnell erlernbar. Die TFP-Technik eignet sich besonders für gezielte Verstärkungen, wie zum Beispiel von Ausschnitten oder Kräfteinleitungspunkten

Eigenschaften der fixedTow-Legemaschine

- Funktionaler Aufbau, einfache Wartung
- Einfache Bedienbarkeit durch moderne Steuerungstechnik
- Vollautomatisiertes Fixieren von Fasertapes
- Ablage in vordefinierter Richtung und Länge in beliebiger Lagenanzahl
- Positionierung der fixedTows laut CAD-Daten/Berechnungsprogramm
- Kompatibel zur Stickmaschine durch Rahmentauschoption
- Bedarfsgerechte Maschinengrößen erhältlich
- Geringer Anfangsinvest und geringe Folgekosten
- Kleine Abmaße und Gewicht (z. B. kein Betonfundament erforderlich)



Bild 2. Die kompakte Drapieranlage (links) mit Detailansicht des Stickrahmens (Mitte) und des Legekopfs (rechts) © M&A Dieterle)

oder der Erzeugung anderer anisotroper Materialeigenschaften, wie Steifigkeit oder Wärmeleitfähigkeit. Die Tajima GmbH liefert weltweit entsprechende Anlagen für den Einsatz in unterschiedliche Branchen und wird künftig auch die Vermarktung der Crosslayer-Legetechnologie übernehmen.

Flexibles Preformen durch fixedTow-Legen

Die Crosslayer-Anlage (**Bild 3**) wurde mit dem Ziel entwickelt, fixedTows mit flexibler Orientierung und effizienten Ablageraten zu Preforms zu verarbeiten. Die erzeugte Preform besteht aus unterschiedlichen Schichten. Feinere Schichten mit geringem Flächengewicht erhöhen nicht nur die Festigkeit der Bauteile, sondern verbessern auch die Infiltrierbarkeit der Preforms. Nach Versuchen auf einem Anlagenprototyp waren die Ergebnisse so

vielversprechend, dass der Prototyp zur kundenreifen Maschine weiterentwickelt wurde (**siehe Infokasten**). Preforms mit Abmaßen von bis zu 1000 mm x 500 mm werden auf einem Ablegerahmen abgelegt, der in xy-Richtung verfährt. Der Legekopf verfügt über die Funktionen Abwickeln, Aufheizen, Schneiden, Anpressen und ist um 360° drehbar. Er kann pneumatisch abgesenkt und angehoben werden, um mehrere Lagen übereinander zu platzieren.

Jede Legeeinheit ist für einen schnellen Komponentenaustausch ausgelegt und besteht aus den Elementen:

- Spulenaufnahme für die fixedTows,
- Vorschub- und Anpresswalzen für die Zuführung der Faserbänder,
- Abschnidevorrichtung für definierte fixedTow-Länge laut Legemuster,
- Infrarotstrahler zum Anschmelzen des Binders und Fixierung der Faserbänder.

Die Maschine ist auf robuste Funktionalität sowie einfache Bedienbarkeit nach dem Motto „Plug and Lay“ ausgelegt: Aufstellen, einschalten und sofort Preforms herstellen. Rudimentäre Preforms, wie etwa quadratische UD-Muster, können über Templates einfach in der Maschinensteuerung erstellt werden. „Unsere Studenten sind in der Lage nach zwei Tagen Einarbeitung, wie bei der TFP-Technologie, selbstständig Maschinenprogramme zu erzeugen und die Maschine zu bedienen“, merkt Dr. Stefan Carosella vom IFB an.

Andere Methoden der Preformherstellung sind entweder das händische Ablegen von Pregpreg-Gelegen oder die Faserablage mit hochautomatisierten Tapelegeanlagen. Das manuelle Ablegen verursacht einen hohen Verschleiß, die Tapelegeanlagen sind kostenintensiv in der Anschaffung. „Wir haben bewusst eine Legeanlage entwickelt, die auch für KMUs erschwinglich ist. Um den Ein- »

stieg zu erleichtern, ist das fixedTow-Material von uns erhältlich. Alternativ verkaufen wir auch Anlagen zur eigenen fixedTow-Herstellung“, so Dieterle.

Lastgerechte und verschnittfreie Faserhalbzeuge

Analog zur TFP-Technik hat die Crosslayer-Maschine einen variablen und wechselbaren Rahmen. Man nimmt den Rahmen mit dem Preform aus der Crosslayer-Anlage heraus, schiebt ihn in die Stickmaschine und kann im nächsten Schritt

Die Autoren

Dr. Stefan Carosella ist seit zehn Jahren Gruppenleiter für Faserverbundtechnologie am Institut für Flugzeugbau der Universität Stuttgart; carosella@ifb.uni-stuttgart.de

Dietmar Dieterle ist Geschäftsführer von M&A Dieterle GmbH, Ottenbach.

Dr. Bettina Schrick ist seit 2015 als Projektleiterin für den Aufbau der Abteilung Composite-Anlagen und -Werkzeuge bei M&A Dieterle tätig; bettina.schrack@ma-dieterle.de

Josef Gaiser ist Geschäftsführer der Tajima GmbH, Winterlingen, und vertreibt seit Anfang der 2000er-Jahre TFP-Anlagen und entwickelt diese weiter.

Martin Hoffmann ist bei der Tajima GmbH als Leiter Bereich Sondermaschinen tätig und befasst sich seit über zehn Jahren mit dem Bereich Faserverbundwerkstoffe; hoffmann@tajima.de

Service

Messeauftritt

Die neue Anlage wird vom 12. bis 14. März 2019 in Halle 6, Stand M74 auf der JEC World 2019 in Paris live vorgestellt.

Digitalversion

» Ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/7659503

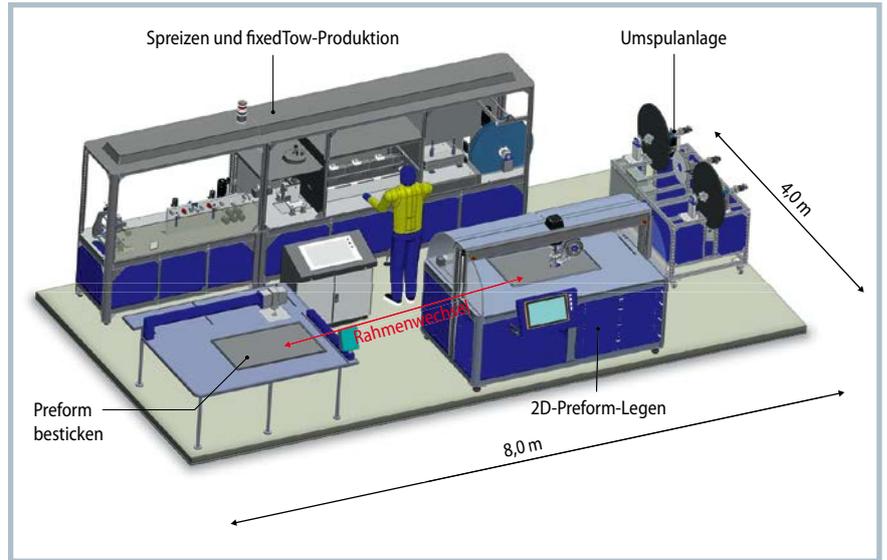


Bild 3. Die vier verschiedenen Stationen der neuen Preformprozesskette passen auf kleinen Raum (© M&A Dieterle)

lokale Verstärkungselemente sticken. Beispielsweise können so Lochverstärkungen oder Lastpfade gezielt ausgebildet werden (**Titelbild**). Zudem erzeugen beide Techniken endkonturnahe und damit verschnittfreie Preforms, was besonders bei teuren Kohlenstofffasern wichtig ist. Der Nähpfad erhöht parallel die Infiltrierbarkeit und ermöglicht durch effizientes Flächenlegen aus der Crosslayer-Technologie und engen Radien mit der TFP-Methode neue Preform-Gestaltungen (**Titelbild**).

Die gesamte Prozesskette vom Roving bis zur lastpfadgerechten Preform passt auf die Fläche eines Wohncontainers (circa 32qm). Sie ist außerdem mit weniger als 500.000 EUR Anschaffungskosten realisierbar. Die meisten Tapelegeanlagen kosten weit mehr als 1 Mio. EUR. Für neue Marktteilnehmer wie Start-ups oder potenzielle KMUs ist dies ein zu hohes Startinvestment. Um die Komplexität von Beginn an so gering wie möglich zu halten, bieten die drei Partner technische Unterstützung und Schulungen für Kunden an. „Die ersten Anlagen werden wahrscheinlich in den Bereich Sportarti-

kelherstellung, aber auch den Fahrzeugbau verkauft werden. Beide Industrien sind sehr kostensensitiv und haben immer wieder junge, aufstrebende Unternehmen in ihren Reihen“, glaubt Josef Gaiser, der die Anlagen vermarktet, „später, wenn das Potenzial des Systems erkannt ist, werden dann andere Industriezweige folgen.“

Fazit

Dieterle, IFB und Tajima wagen mit ihrer Kooperation und den Entwicklungen eine neue Herangehensweise an die Faserlegetechnik. Statt auf immer schnellere, aufwendigere und teurere Anlagen zu setzen, versuchen sie Komplexität und Kosten so gering wie möglich zu halten. Damit soll die Composite-Technologie auch für Kunden zugänglich sein, die entweder Berührungsängste oder starken Kostendruck haben. Die neue Kombination aus fixedTow-Legen und Tailored Fiber Placement feiert ihre Weltpremiere auf der JEC 2019 in Paris. ■

Entdecken Sie das

HANSER KUNDENCENTER

www.hanser-kundencenter.de

Viele Vorteile für registrierte Nutzer

NEU