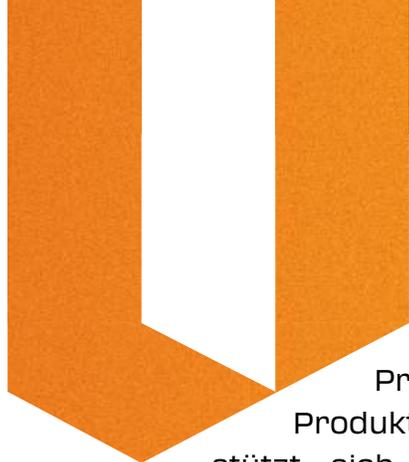


# Fokker Aerospace Group

Roboter – die  
preisgünstige  
Alternative?





Kürzlich abgeschlossen hat die Fokker Aerospace Group aus Hoogeveen (Niederlanden) die erste Testphase zur robotergestützten Produktion eines thermoplastischen Verbundwerkstoffes aus Kohlenstofffasern. Markant sind nach ersten Erkenntnissen nicht nur die neuen Möglichkeiten beim Produktdesign, sondern auch die industriellen Möglichkeiten der Produkt-Herstellung aus Verbundwerkstoffen. An entscheidender Stelle stützt sich das Verfahren auf die CNC-Simulationssoftware Vericut respektive die maschinenunabhängige Composite-Software für Programmierung und Simulation von AFP-Anlagen.

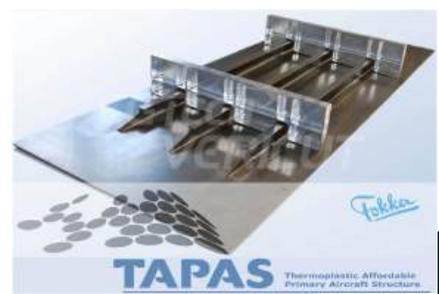
Die effiziente Produktion großer Bauteile ist derzeit eines der wichtigsten Themen für Unternehmen der Verbundwerkstoff-Industrie. Im Besonderen befassen sie sich mit zunehmend aufwendigen und komplexen Methoden für die Herstellung von Produkten aus kohlenfaserverstärkten Kunststoffen (CFK). Durch ihr geringes Gewicht sind sie für den Leichtbau von Großstrukturen prädestiniert. Zugleich zeichnen sie sich neben sehr hoher Festigkeit und Steifigkeit durch Beanspruchbarkeit, gute Dämpfungseigenschaften, neue Möglichkeiten des Recyclings sowie gutmütiges Ermüdungsverhalten aus.



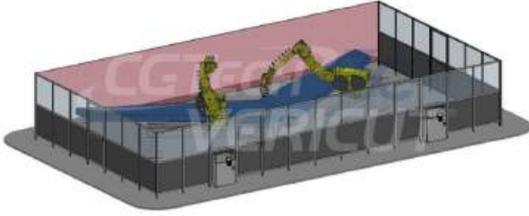
Traditionell vor der Aushärtung per Hand verlegt, hat das Zusammenfügen der CFK-Werkstoffe im Laufe der Jahre eine Wandlung erfahren. Zum Einsatz kommen vermehrt Gantry-type-Maschinen und große Fiberplacement-Maschinen (CNC-Faserlegemaschinen). Die bevorstehende Automationswelle - weg von manuellen Arbeitsabläufen hin zum Robotereinsatz - dürfte der bestimmende Faktor für den Weg der Carbonfaser-Produkte in den Massenmarkt sein. Die

aktuelle Herausforderung: Wie lassen sich erzielte Ergebnisse kostengünstig reproduzieren?

Zur Lösung dieses komplexen Problems hat sich eine Vielzahl von Bluechip- und Regierungs-Initiativen in der Branche formiert - der Fokker-Ansatz wurde unter dem Dach der TAPAS entwickelt (Thermoplastic Affordable Primary Aircraft Structures). Das Projekt bildet die Zusammenarbeit zwischen Airbus und wichtigen Protagonisten der niederländischen Industrie ab. TAPAS befasst sich mit Entwicklung und Qualifizierung neuer Design-Techniken, mit Fertigungs-



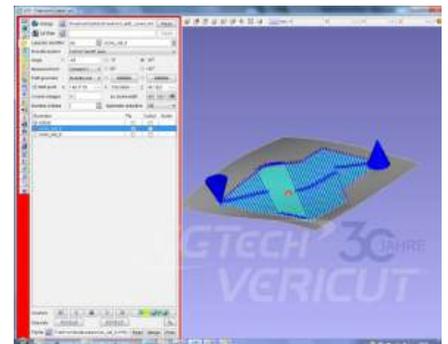
und Montageprozessen sowie der dauerhaften Etablierung thermoplastischer Materialien im Markt. Mit dem Einsatz eines Roboters will Fokker eine Schlüsseltechnologie entwickeln, die die gleiche Arbeit zu einem Bruchteil der Kosten realisiert und platzsparend konzipiert ist.



Angesichts des Preisgefüges ein Gebot der Stunde: Die Preise für typische Industrieroboter liegen bei 100.000 €, während sich moderne Fiberplacement-Maschinen in Regionen über 1.000.000 € bewegen. Weil der Arbeitsbereich eines Roboters auf Grund seiner insgesamten Größe auf einige Meter begrenzt ist, will Fokker eine Kolonne von Robotern für voll skalierbare Lösungen beim Lay-up von Großteilen synchronisieren.

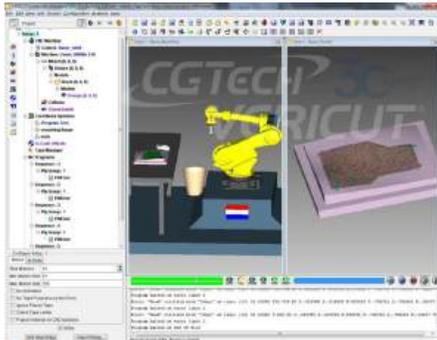
Zwar gibt es bereits einige frühe Roboter-Technologien für diese Anwendung, das Fokker-Konzept stellt aber insofern eine neue Lösung dar, als es den Niederländern gelungen ist, einen Standard-Fanuc-Roboter mit einem Verlegekopf für die CFK-Verwendung zu konfigurieren, unter Einbeziehung eines Ultraschall-Brenners für lokal begrenztes Schweißen einzelner Lagen. Die aktuell damit produzierten Teile sollen das Konzept untermauern - man konzentriert sich derzeit auf die Oberflächen von Flügeln und Rudern. Sobald weitere Fortschritte zu verzeichnen sind, wird die Technologie auch auf andere Applikationen angewendet.

„Wir hatten eigentlich erwartet, dass Fokker in eine herkömmliche Fiber-Lay-up-Maschine investieren würde“, erklärt CGTech Sales Engineer Lee Fowkes, „aber dann entschied sich das Unternehmen - auf Grund der offensichtlichen Nachteile der konventionellen Methode - seine eigene Technologie zu entwickeln. Als Schlüsseltechnologie kann hier der Ultraschall-Brenner gelten, der in etwa so groß wie ein Kugelschreiber ist. Zwar gibt es mehrere Alternativen zu dieser Methode, jedoch sind Ultraschall-Brenner viele Jahre beim manuellen Lay-up zum Einsatz gekommen; so ist das eine gut etablierte Technik, relativ günstig, sicher und umweltfreundlich.“ Während die Maßhaltigkeit des Systems nicht mit den Ergebnissen großer Maschinen-Hersteller konkurrieren kann - mit 0,1 mm im Gegensatz zu Genauigkeiten im Mikrometer-Bereich -, lässt sich eine beträchtliche Menge an Informationen zurückgewinnen durch den intelligenten Einsatz von Encodern und Feedback-Schleifen zur sorgfältigen Überwachung und Steuerung der Aktorpositionen. Ohnehin arbeitet das System genau genug für die bisher entwickelten Anwendungen.



An dieser Stelle kommt CGTech ins Spiel. Seit dem Jahr 1992 nutzt

Fokker die CNC-Simulationssoftware Vericut von CGTech in der Zerspanungstechnik und versucht die Anwendung seit Mai letzten Jahres auf die Composite-Produkte auszuweiten. Denn ebenso wie die Ingenieure und Techniker den kritischen Faktor Kosten im Blick haben, müssen die vom Roboterarm durchgeführten Prozesse in höchstem Maße reproduzierbar sein, um sich für die breiter angelegte Produktion zu eignen. Ebenso gilt es die Vorteile der gegebenen Flexibilität des Systems voll auszunutzen.



Trotz des komplexen Anforderungsprofils berichtet CGTech Sales Engineer Lee Fowkes von einem im Prinzip einfachen Prozess durch die Verwendung zweier Standard-Module - Vericut Composite Programming (VCP) und Vericut Composite Simulation (VCS). Besonderheit der Vericut-Composite-Software, auf die unter anderem Spirit AeroSystems, ein Hauptlieferant von Boeing, zurückgreift, ist ihre Kompatibilität mit allen Maschinen. Genau so, wie eine moderne CAD/CAM-Anwendung auch verschiedene

CNC-Maschinen unterstützt, erfolgte die Auslegung der Vericut Composite Programming & Simulation-Software unabhängig von jeder speziellen CNC-Faserlegemaschine.

Das Konzept hat sich bei den typischen Fiberplacement-Maschinen bewährt, allerdings konzentriert man sich derzeit auf sechsachsige Roboter-Bewegungen und generiert einen spezifischen Postprozessor, um die Korrektheit des Programms zu gewährleisten. Grundsätzlich liest VCP die Informationen über CAD-Oberflächen und Lagenkonturen aus und fügt Material hinzu, um die Lagen entsprechend den benutzerspezifischen Herstellungsstandards und -vorgaben zu erfüllen. Die Ablegebahnen sind miteinander verknüpft und bilden definierte Ablegefolgen. Sie werden als NC-Programme für die automatisierte Ablegemaschine ausgegeben.

„Da steckt eine Menge Mathematik hinter“, so Fowkes, „zumal der Sprung von der Metallwerkstatt ins Labor der Verbundwerkstoffe größer war, als man zunächst erwarten würde. Wir arbeiteten in erster Linie mit Kunststoff-Experten und Chemikern zusammen, weniger mit CNC Mechanikern, das war eine ziemliche Herausforderung. Den Großteil unserer Arbeit erbrachten wir mit dem Systemintegrator Boikon, einem niederländischen Automations-Spezialisten, der auch die Einbaurahmen und Werkzeuge montierte, bei denen teils die Integration von zusätzlichen Achsen erforderlich war, ebenso wie eine rotierende Trommel für Teile der Vorderkante.“

Einmal in Betrieb, ist der gesamte Programmier-Prozess ein schneller und einfacher Vorgang, so Fowkes. Beispiel Freiformflächen: „Vom Laden der nativen CATIA- oder STEP-CAD-Modelle über die Festlegung der Grenzwerte über das Ablegen, bis hin zur Verknüpfung in der gewünschten Reihenfolge sowie zur Erstellung des NC-Programms werden nur wenige Minuten benötigt. Im Anschluss

erfolgt die Umwandlung für den Fokker-Roboter.“

Teil zwei der Paketlösung stützt sich auf Vericut Composite Simulation (VCS). Die Software simuliert – wie der Name bereits andeutet – den gesamten Prozess, um sicherzustellen, dass Teile effektiv hergestellt werden. Nachdem Vericut bereits zuvor erfolgreich in der Roboter-Fertigung über Jahre hinweg eingesetzt wurde, brauchte es seitens CGTech hier nur noch weniger Kniffe, um VCS auf die neuen Prozesse und Verfahren der Verbundwerkstoffherstellung einzustellen.

VCS liest CAD-Modelle und NC-Programme – generiert entweder von VCP oder von beliebigen Programmiersystemen für die Erzeugung von Ablegebahnen für Verbundwerkstoffe – und simuliert die Programmabfolge auf einer virtuellen Maschine. Das Material wird über NC-Programmanweisungen in einer virtuellen CNC-Simulationsumgebung auf die Ablegeform aufgebracht. Das simulierte Material, das auf die Form aufgebracht wurde, kann beispielsweise auf Materialstärke, Luftspalten oder Überlappung hin gemessen und untersucht werden. So wird sichergestellt, dass das NC-Programm die Herstellungsstandards und -vorgaben einhält.

„Im Hinblick auf die Simulation von Verbundwerkstoffen denke ich, dass wir alle großen Probleme gelöst haben“, konstatiert Fowkes. „Die große Herausforderung ist meines Erachtens nach die Entwicklung eines automatisierten Lay-up-Systems, das genau so flexibel und erschwinglich ist wie die manuelle Lay-up-Lösung. Es gibt augenblicklich mehrere konkurrierende Technologien – und all diese Experten versuchen, ein- und dasselbe Problem zu lösen.“

Arnt Offringa, F&E-Direktor bei Fokker Aerostructures, fügt hinzu: „Die richtige Lösung hängt von Größe, Form und Losgröße des jeweiligen Produkts ab. Wenn Sie ein Produkt von überschaubarer Größe in geringer Stückzahl fertigen, sagen wir einmal eine Business-Jet-Klappe mit Abmaßen von 80 cm x 300 cm, dann kann eine eine Robotic-Lösung der richtige Weg sein. Aber wenn Sie etwas größer planen, auch von der Stückzahl her, wie bei einem Heck- oder Rumpfteil, sind Systeme mit mehreren synchronisiert arbeitenden Robotern für unterschiedliche Materialbreiten eher angemessen.“

KontaktaufnahmeUnd in der Tat: Nachdem das Pilotprojekt für Generierung und Prüfung der NC-Programme für die erste Roboter-Lösung erfolgreich abgeschlossen wurde, beauftragte Fokker CGTech und Boikon mit der Konzeption einer größeren Fertigungszelle mit mehreren parallelen Bändern.