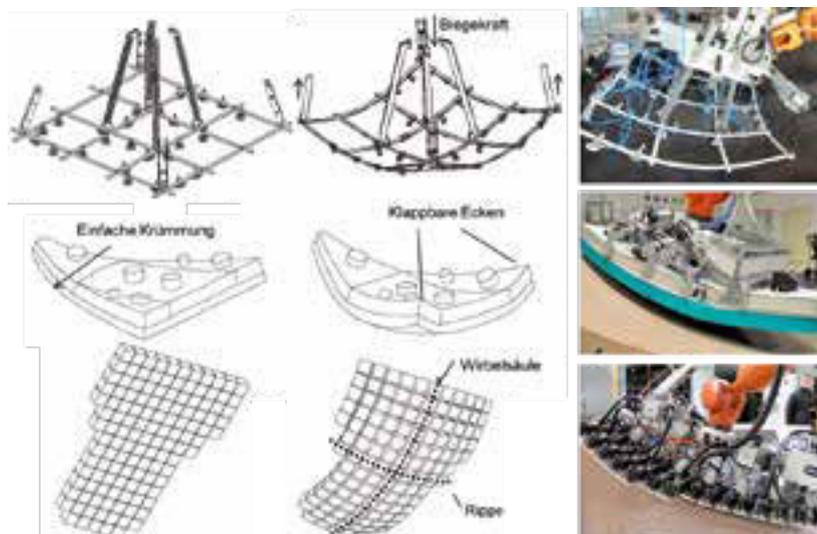


ROBUSTER PRODUKTIONSPROZESS IM INDUSTRIEMASSSTAB

Projekt AZIMUT – Automatisierungslösungen für große Faserverbundbauteile in der Luftfahrt

Die Herstellung großer Faserverbundbauteile in der Luftfahrt umfasst noch immer viele manuelle Prozessschritte, die zu reduzierter Reproduzierbarkeit, hohem Prüfaufwand, notwendiger Nacharbeit bis hin zur verzögerten Bauteilzulieferung führen können. Im Projekt AZIMUT hat das Zentrum für Leichtbauproduktionstechnologie (ZLP) des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Augsburg zusammen mit Industriepartnern Automatisierungslösungen für große doppelt gekrümmte Faserverbundbauteile erarbeitet. Die Ergebnisse adressieren fünf Aufgabenbereiche: die Greifsysteme, die dazu gehörige Offline-Programmierung, die Integration einer Inline-Qualitätssicherung mit automatischer Datenauswertung, das Datenmanagement und abschließend einen mechanisierten Vakuumaufbau.



Folgen verschiedenen Greif- und Drapierprinzipien: Netzgreifer, Schaumstoffgreifer, modularer Greifer

Als Anwendungsfall dient eine Druckkalotte mit rund 4 m Durchmesser und einer doppelt gekrümmten Geometrie mit kontinuierlicher Veränderung der Krümmungsradien. Der Preformaufbau enthält 25 textile Zuschnitte mit stark variierender Größe und Geometrie. Ein Greifsystem muss vier Prozessschritte durchführen: Greifen der Zuschnitte, Transport, Drapierung und positionsgenaue Ablage auf der 3D-Werkzeugoberfläche. Drei unterschiedliche Greif- und Drapierprinzipien wurden im Projekt entwickelt und umgesetzt. Den Netzgreifer kennzeichnet ein Gitter aus Biegestäben in 0°/90° Orientierung mit Gelenken an den Kreuzungspunkten. Zur Umformung dieses 2D-Gitters in eine doppelt gekrümmte 3D-Geometrie wird an den mittleren Kreuzungspunkten eine Biegekräft

aufgebracht. Der Schaumstoffgreifer besteht aus einer steifen Trägerstruktur. Die finale Drapierung wird erreicht durch Eindrücken der Greiferoberfläche aus offenporigem Schaumstoff. Der modulare Greifer bildet die Zieloberfläche durch 127 einzelne Greifmodule nach, die zueinander eingestellt werden. Die drei Lösungsansätze wurden zusammen mit Fraunhofer IWU-RMV und J. Schmalz GmbH weiterentwickelt bis zur erfolgreichen Validierung der Hardware.

Die teils komplexen Bahnbewegungen und Greifereinstellungen müssen für jeden einzelnen Zuschnitt programmiert werden. Die große Anzahl von Zuschnitten, möglichen Greifereinstellungen und Greiferbewegungen würde einen enormen manuellen Aufwand bedeuten. Zusammen mit dem Institut für Software & Systems Engineering (ISSE) der Universität Augsburg wurde eine Softwarelösung erarbeitet, die Zwischenschritte zwischen der Aufnahme (2D) und Ablageposition (3D) errechnet. Daraus resultieren die Bahnplanung und Aktuatorbefehle des Greifsystems, die dann in die benötigte Robotersprache übersetzt werden.

Die produktionsintegrierte Qualitätssicherung liefert den Nachweis, dass die geforderten Toleranzen eingehalten werden. Die automatisierte Inline-Auswertung der gewonnenen Messdaten ermöglicht ein zeitnahes Eingreifen bei detektierten Fehlern. Die zwei wichtigsten Parameter für die Qualität einer Preform aus Kohlenstofffasertextilien sind die Faserwinkel und die Positionen der Zuschnittsrandkurven. Zur Messung der 3D-Randkurven der Zuschnitte wird ein Laserlichtschnittverfahren eingesetzt. Bei der Faserwinkelmessung werden die Faserwinkel und deren Abweichung errechnet. Beide Systeme wurden am DLR in ein Robotersystem integriert, wodurch für jede Messung automatisch die Absolutposition und Orientierung angegeben wird.

Falls nach der Bauteilherstellung Auffälligkeiten festgestellt werden, bieten die gesammelten Daten aus den produktionsintegrierten Messungen die Basis zur Bewertung. Zusammen mit Kisters AG und Premium AEROTEC GmbH wurde das Datenmanagementsystem PRAESTO weiterentwickelt. Eine entscheidende neue Funktion ist die Visualisierung der Ergebnisse aller Datenquellen in einer virtuellen 3D-CAD-Umgebung. Dadurch können alle verfügbaren Messdaten in Kombination bewertet werden. Mögliche gegenseitige

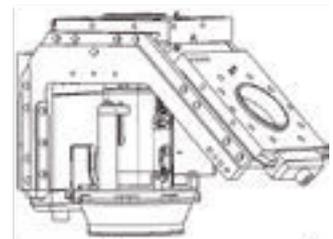
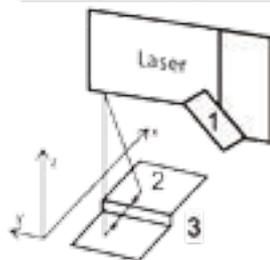
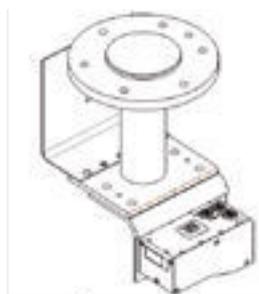
Abhängigkeiten werden so leichter sichtbar. Der Vakuumaufbau wird in einem zeitintensiven Prozess aus vielen Hilfsstoffen und Kleinteilen erstellt, wovon im ersten Schritt die VAP®-Membran als einzelne Lage für eine Teilautomatisierung ausgewählt wurde. Der Ansatz umfasst die Entwicklung einer vorkonfektionierten VAP®-Membran und einer mechanischen Positionierhilfe. Die konfektionierte VAP®-Membran wird von den Projektpartnern Trans-Textil GmbH, Composyst GmbH, Hujber Spezialkonfektion, dem ITM der TU Dresden und S+S entwickelt. Die Positionierhilfe unterstützt dann die reproduzierbare Ablage der VAP®-Membran durch Halten, Transportieren, Vorpositionieren und Öffnen. Die Kinematik wurde ähnlich eines Sonnenschirms gestaltet, getragen von einem mobilen Trägersystem. Die Vorrichtung hebt den Schirm über den Formenrand und öffnet ihn pneumatisch. Auf Anforderung geben die Greifelemente zeitgleich die VAP®-Membran frei.

Im Projekt AZIMUT wurden fünf entscheidende Beiträge für die Automatisierung der Produktion von großen Faserverbundbauteilen entwickelt. Die Automatisie-

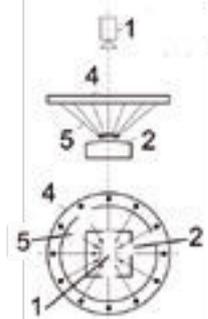
runslösungen wurden am DLR Zentrum für Leichtbauproduktionstechnologie durch die Herstellung eines Fertigungsdemonstrators in Originalgröße validiert. Somit konnte im Industriemaßstab gezeigt werden, wie die entwickelten Lösungen zu einem reproduzierbaren robusten Produktionsprozess beitragen können.

Weitere Informationen:

Dr. Tobias Gerngross,
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Bauweisen und Strukturtechnologie, Zentrum für Leichtbauproduktionstechnologie, Telefon +49 (0) 821/319874-1040, E-Mail: tobias.gerngross@dlr.de, www.dlr.de/Augsburg



- 1) Kamera
- 2) Oberfläche
- 3) Randkurve
- 4) Ringlicht
- 5) Lichtstrahlen



Produktionsintegrierte Qualitätssicherung: Laserlichtschnittverfahren, Faserwinkelmessung