

Automatisiert zu Faserverbundbauteilen

Digitalisierung senkt Kosten und Materialverschnitt und steigert die Effizienz

Die Produktionstechnik für Verbundwerkstoffbauteile steht vor der Herausforderung, größere Stückzahlen zu niedrigeren Kosten fertigen zu müssen. Dieser Trend ist in Branchen wie der Luft- und Raumfahrt und dem Schiff- und Automobilbau besonders ausgeprägt. Die Digitalisierung bietet dafür Möglichkeiten und lässt sich auf die Produktion von Faserverbundbauteilen gut anwenden.



Der automatisierte Kitting-Prozess integriert die Produktionsschritte Nesting, Schneiden, Etikettierung und Kitting in eine einzelne Fertigungszelle © Airborne

Höhere Stückzahlen bei gleichzeitiger Kostensenkung sind eine besondere Herausforderung für Hersteller von Verbundwerkstoffbauteilen. Schließlich sind die Anforderungen an die Qualität dieser Bauteile sehr hoch und es sind nur geringe Toleranzen akzeptabel. Mehr als andere Industrien ist die Verbundwerkstoffindustrie wegen der Komplexität der Produktionsprozesse nach wie vor stark auf Handarbeit angewiesen. Dieser menschliche Faktor verursacht für die Hersteller allerdings einige Schwierigkeiten, wie einen unnötig hohen Materialabfall, menschliche Fehler und hohe Kosten für manuelle Arbeit. Kostensenkungen und Zeiteinsparungen lassen sich durch zu-

nehmend zur Verfügung stehende automatisierte Fertigungsmöglichkeiten erreichen z.B. das automatisierte Schneiden von Verbundwerkstoffmaterialien.

Das Schneiden und Übereinanderlegen mehrerer verschiedener Lagen wird auch als Kitting bezeichnet. Dabei können Zuschnitte aus vielen Lagen zusammengestellt werden. Ein Lagenpaket, das zu einem Bauteil verpresst wird, nennt man Kit. Arbeiter legen diese Kits anschließend zur Weiterverarbeitung in Werkzeuge ein. Kitting ist ein wichtiger und gleichzeitig arbeitsintensiver Prozess bei der Herstellung von Verbundbauteilen, der außerdem sehr fehleranfällig ist. Die Automatisierung des Kitting-Prozesses

bringt deshalb viele Vorteile. Sie reduziert den Verschnitt erheblich, senkt die notwendigen Personalkosten und erschließt darüber hinaus Möglichkeiten zur Maximierung des Durchsatzes im Lagenzuschnitt und in der Reduzierung der Produktionskosten.

Vollautomatisierte Kitting-Zelle

Der Kitting-Prozess kann vollständig automatisiert werden, indem die Prozesse Nesting, Schneiden, Etikettierung und Kitting innerhalb einer einzigen automatisierten und digitalisierten Zelle integriert werden. Zum Einsatz kommen dafür automatisierte Kitting-Systeme, »

Bild 1. Die automatisierte Fertigungszelle besteht aus einer Förderschneidemaschine, einem Roboter mit angeschlossenen Effektor sowie einer Pufferstation zur Ablage der Lagen © Airborne



Bild 2. Der Greifer nimmt Prepregs und andere Materialien auf. Je nach Material kommen dafür etwa Saugnapf- oder Fließgreifer zum Einsatz © Airborne

also roboterbasierte High-End-Systeme mit automatisierter Programmierung, um den Anforderungen der sich ständig wechselnden Lagengeometrien und -ausrichtungen gerecht zu werden. Eine Zelle umfasst eine Förderschneidemaschine, einen Roboter mit angeschlossenen Effektor sowie eine Pufferstation zur Ablage der Lagen (**Bild 1**).

Automatisierte Geräte und Sensoren ermöglichen die Erstellung eines digitalen Informationsfadens zur Optimierung durchgängiger Gesamtprozesse. Alle Prozessschritte werden durch ein digitales Gerüst verbunden, das mit den verschiedenen angeschlossenen Geräten und

Maschinen kommuniziert. Dieses Gerüst ist ein Schlüsselement zur Minimierung des Verschnittes im gesamten Produktionsprozess, vom Lager über den Zugschnitt, bis hin zur Bausatzversorgung und dem Laminieren. Im Inneren einer Zelle werden alle notwendigen Informationen einschließlich Lage, Orientierung und Identifizierung einzelner Lagen für die Roboter und Pufferstation bereitgestellt. Ein manuelles Etikettieren der Lagen wird dadurch überflüssig, falls es nicht für nachfolgende manuelle Prozesse erforderlich ist.

Durch den Wechsel von manuellem zu automatisiertem Kitting werden die

grundlegenden Schritte des Prozesses nicht verändert. Innerhalb des Herstellungsprozesses befindet sich die Zelle zwischen dem Gefrierschrank mit den Prepreg-Materialrollen und den Laminierzellen. Ein digitaler Arbeitsauftrag leitet alle notwendigen Fertigungsaktivitäten in der richtigen Reihenfolge ein. Das beginnt mit einem Signal an das Lager für den Transfer der gewünschten Materialrolle zur Zelle für die Akklimatisierung. Die Nestingsoftware wird aktiviert, um die Schneiddateien zu erstellen oder frühere Informationen über das Nesting an die Kitting-Zelle zu übermitteln. Danach wird mit dem Schneiden begonnen. Die Schneidemaschine hat ein Transportband mit einer Verlängerung für das Bewegen der Lagen nach dem Schneiden bis in den Entladebereich des Roboters. Dort nimmt der Roboter automatisch die Lagen auf und legt sie auf ein Tablett in der Pufferstation.

Verbesserte Materialnutzung und höherer Durchsatz beim Laminieren

Das automatisierte Kitting verändert die Art und Weise, in der die Bausätze gebildet werden. Traditionell werden die Bausätze jeweils pro Bauteil bestellt und in der für das Laminieren richtigen Reihenfolge von den Bedienern auf dem Kitting-Schneidetisch angeordnet. Abhängig von der Qualität und Effizienz des Nestings kann das sehr arbeitsintensiv sein. Die Automatisierung dieses Prozesses bietet deshalb einige Vorteile. Durch ein automatisiertes Kitting-System lässt sich sowohl die Materialausnutzung als auch der Durchsatz beim Laminieren in einer Just-in-Time-Lieferung kompletter Bausätze optimieren. Das Kitting-System kann etwa bestimmte Bausätze oder Materialströme anhand von Verfallsdaten oder Haltbarkeit sowie die Verfügbarkeit der Laminierzelle im Schnelldurchlauf überprüfen.

Bei der Arbeit mit vielen verschiedenen Bauteilen oder unterschiedlichen Projekten erhöhte eine automatisierte Programmierung der Fertigungszelle die Flexibilität der Produktion. Mit den Informationen zu den einzelnen Lage – einschließlich Orientierung, Material und Geometrie – werden Roboter und Endeffektor automatisch so programmiert, dass sie sich zum gewünschten Abholort bewegen und den der Lagengeometrie und

-ausrichtung entsprechenden Greifer aktivieren. Für die meisten Prepreg-Materialien und andere nicht poröse Materialien wie Klebefolien kommen typischerweise Saugnapfgreifer zum Einsatz (**Bild 2**). Wenn poröse Materialien verwendet werden, sind Fließgreifer für das Materialhandling erforderlich.

Auf die Daten kommt es an

Bausatz-Identifikation und -Lagenfolge enthalten Informationen zur Anordnung der Lagen. Durch diese Informationen erkennt die Pufferstation, welcher Bausatz welchem Ablagefach zugeordnet werden soll, und der Roboter legt die Lage automatisch dort ab. Die Pufferstationen können eine beliebige Anzahl von Ablagefächern aufnehmen, die vertikal gestapelt werden und sich auf und ab bewegen. Die Größe der Pufferstation richtet sich nach den Lagengrößen und der Menge der Ablageflächen sowie nach der Anzahl und Abfolge der Bausätze (**Bild 3**). Bausätze mit sehr vielen Lagen sind in

Unterbausätze unterteilt, die auf eine einzige Ablage passen, um eine gute Sequenzierungseffizienz zu gewährleisten.

Die Informationen zur Reihenfolge der Lagen pro Bausatz werden in der Pufferstation gesammelt. Da alle Lagenstandorte bekannt sind, kann der Sequenzierungsalgorithmus unkompliziert die effizientesten Abfolgeschritte bestimmen, bevor mit der physischen Sequenzierung begonnen wird. Sollten unerwartete Änderungen auftreten, wird die Ausführung schnell automatisch angepasst. Der Puffer verwendet dann ein Ablagefach sowie mehrere Ablageorte für die vorübergehende Lagerung von Lagen, bevor diese in der gewünschten Reihenfolge zurückgelegt werden.

Den Lagenzuschnitt maximieren

Durch automatisiertes Kitting ergeben sich darüber hinaus Möglichkeiten zur Maximierung des Lagenzuschnitts, bei der Konfektionierung der Produktionsleistung und zur Begrenzung der Produk-

tionskosten. Das Schlüsselement ist dabei der sogenannte digitale rote Faden sowie der Austausch von Daten, die die automatisierten Anlagen und Sensoren zur Verfügung stellen. Durch diese Informationen lässt sich der Materialverschnitt über den gesamten Herstellungsprozess hinweg nachhaltig verringern. »

Die Autoren

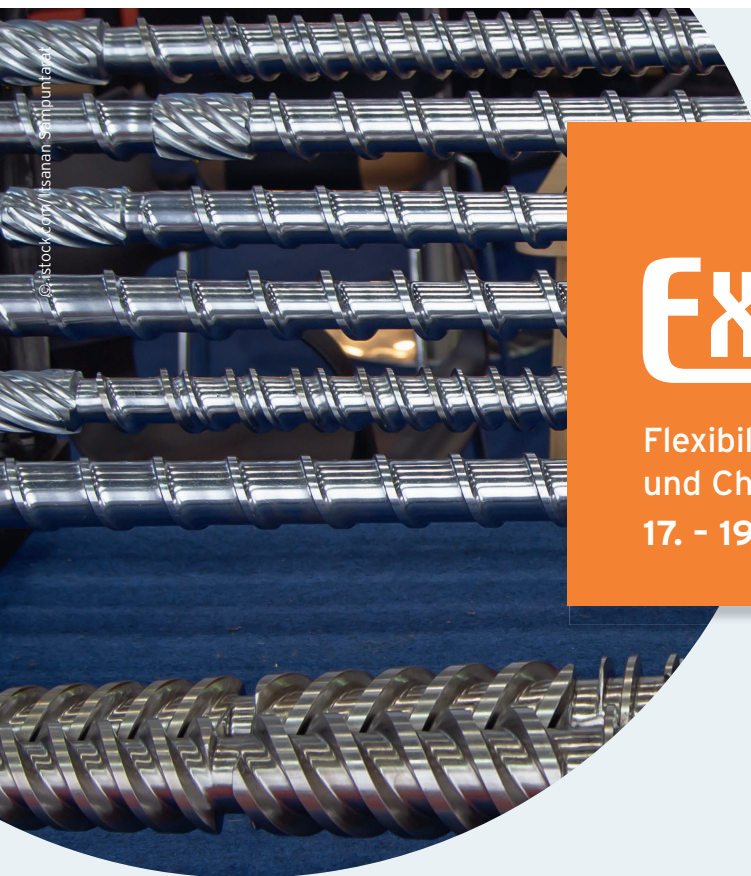
Marcus Kremers ist Chief Technology Officer bei Airborne in Den Haag/Niederlande; m.kremers@airborne.com

Dr. Michael Effing ist Gründer und Geschäftsführer der AMAC GmbH und berät und unterstützt Airborne in der DACH-Region; amac@effing-aachen.de

Service

Digitalversion

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



17. DUISBURGER EXTRUSIONSTAGUNG

Flexibilität, Qualität, Nachhaltigkeit: Herausforderungen
und Chancen für Prozesse und Produkte
17. - 19. März 2021

Sicher - Informativ - Interaktiv
Jetzt digital teilnehmen!



Digitales Event

Jetzt zur Tagung anmelden: www.hanser-tagungen.de/extrusion

HANSER
Tagungen



Bild 3. Die Anzahl und Größe der Pufferstationen kann an die Lagengröße und notwendige Menge der Ablageflächen angepasst werden © Airborne

Neben den üblichen Beweggründen für eine Automatisierung der Composite-Fertigung bietet das automatisierte Kitting außerdem noch folgende Vorteile:

- Integration der Nesting-Software
- Integration des ERP-/MES-Systems
- Optimierung von Prozessfluss und Projektkalkulation
- Beherrschung komplexer Vorgänge
- Ausführen von dynamischem Nesting
- Optimierung von Kosten und Durchsatz
- Digitale Nachverfolgung für Haltbarkeit, weniger Verschnitt, geringerer Bedarf an Lagerfläche
- Höherer Durchsatz am Schneidetisch

Durch die Integration der Nestingsoftware in den Bausatz können sehr komplexe Nestings erstellt werden, die normalerweise für menschliche Anwender unmöglich nachzuverfolgen wären. Der nächste Schritt ist die Entwicklung eines dynamischen Echtzeit-Nestings in Kombination mit dem Schneidprozess, das auf Abruf durchgeführt werden kann. Sollte eine Lage abwärts beschädigt werden oder falls ein Defekt innerhalb einer Lage auftritt, kann diese Lage sofort zum Nachschneiden und Wiederausliefern von der Zelle angefordert werden. Durch die rechtzeitige Lieferung dieser Lage kann die Laminierung mit minimaler Beeinträchtigung anderer Projekte und ohne das Risiko, weitere Lagen oder sogar einen kompletten Bausatz zu verlieren, weitergehen.

Durch die verbesserte Leistungskontrolle der Schneidemaschine lässt sich au-

ßerdem ebenfalls der Arbeitsablauf optimieren. Entscheidungen können auf der Grundlage des vorliegenden Laminierungsbedarfs, der Materialkosten und der Verfügbarkeit des Zuschnittes getroffen werden. Bei erhöhtem Laminierungsaufkommen und gleichzeitigem Engpass beim Lagenschneiden ist es beispielsweise möglich, die Nestingkomplexität zu reduzieren, um dem Anwender eine schnellere Verfügbarkeit von Schneide- und Lagenstapel zu ermöglichen. Um den Fluss in Echtzeit zu verbessern, wird vorab ebenfalls eine Prozessoptimierung durchgeführt. Das ermöglicht eine Kalkulation zur maximalen Auslastung der Produktionsanlagen.

ERP-System und MES integrieren

Die Prozessoptimierung ist eng mit dem Enterprise Resource Planning (ERP) und dem Manufacturing Execution System (MES) verbunden, mit denen bestimmt wird, welcher Auftrag oder welches Teil wann gefertigt werden soll. Der Schlüssel dazu ist ein digitaler roter Faden, der alle Elemente miteinander verbindet und einen vollständigen Überblick über die Prozessschritte gibt. Mit einem besseren Einblick in die einzelnen Schritte des Prozessablaufs, können folgende Arbeitsschritte digital durchgeführt werden:

- Auftrags- und Teileauswahl sowie -planung
- Material- und Rollenauswahl, z.B. hinsichtlich der Auftaureaktionen und der Verfalldaten

- Auswahl von Schneidetisch und Arbeitsflächen
- Auswahl der Methoden für Nesting, Schneiden und Kitting

Die Auswahl kann jeweils schnell simuliert werden, was schnelle, fundierte Entscheidungen ermöglicht. Auch Änderungen in letzter Minute lassen sich vor der Ausführung simulieren, was Fehler oder Ineffizienzen reduziert. Durch eine solche datengesteuerte Produktion können die Produktionsausbeute maximiert, die Produktionskosten und die Rollenwechsel minimiert und die Materialausnutzung und das Restmaterialmanagement verbessert werden. Außerdem lässt sich dadurch die Nutzung der Prepregs hinsichtlich des Verfallsdatums optimieren und der nachgeschaltete Materialverlust minimieren. Die Fehleranfälligkeit der Produktion sinkt, die Qualität steigt und es ist weniger schriftliche Dokumentation notwendig.

Ein digitaler roter Faden

Automatisiertes Kitting reduziert die manuelle Arbeit und den Materialausschuss und -verschnitt. Daneben bietet es außerdem viele Möglichkeiten zur Produktionssteigerung sowie zur Senkung der Kosten. Der Schlüssel dafür ist ein digitaler roter Faden und ein Informationsaustausch zwischen den Maschinen und Systemen, der eine fundierte Entscheidungsfindung ermöglicht.

Ein solcher digitaler roter Faden ist nur mit durchgehend digitaler Ausrüstung möglich und benötigt Sensoren, die die notwendigen Informationen sammeln. Ein automatisiertes Kitting-System ist ein roboterbasiertes High-End-System mit umfangreicher automatischer Programmierung, um den Anforderungen der sich ständig ändernden Geometrien, Standorte und Ausrichtungen der Lagen gerecht zu werden. Ein hoher Durchsatz bedarf intelligenter adaptiver Algorithmen für Zuschnitt, Speicherung und Sequenzierung. Automatisierte Kitting-Systeme stellen nur eine Möglichkeit dar, die Herstellung von Verbundbauteilen zu automatisieren. Airborne, Den Haag/Niederlande, hat auch für weitere Produktionsprozesse digitale vollautomatisierte Fertigungslösungen entwickelt. Kunden können diese Anlagen kaufen, mieten oder die Fertigung als Dienstleistung einkaufen. ■