



Mehr Tempo bei der Pultrusion: Die neue iPul-Pultrusionsanlage kombiniert die direkte Injektion des Matrixmaterials mit dem Radius-Pultrusionsverfahren. Das Ergebnis sind deutlich höhere Produktionsgeschwindigkeiten.
Foto: Krauss Maffei

Schneller geradeaus – und um die Kurve

Die Pultrusion mit Geschwindigkeiten bis zu drei Metern pro Minute erschließen völlig neue Möglichkeiten, insbesondere im Fensterbau.

JOSEF RENKL

Ganz kleine und sehr große Fenster sind problematisch. Bei Ersteren wirken herkömmliche PVC-Profile oft wuchtiger als die Glasfläche, bei Letzteren fehlt es an Stabilität. In beiden Fällen bieten faserverstärkte Strangziehprofile die Lösung. Für das sogenannte Pultrudieren stellt Krauss Maffei mit „iPul“ nun erstmals am Markt eine effiziente Komplettanlage vor, die eine Fertigungsgeschwindigkeit von bis zu 3 m/min ermöglicht. Neben der Baubranche ist die Technologie auch für die Herstellung von Windrädern, Fahr- und Flugzeugen interessant:

Pultrusion bezeichnet ein bewährtes Verfahren. Schon seit den 1960er-Jahren wird es industriell

„iPul eröffnet ganz neue Märkte für die Pultrusion.“

Wolfgang Hinz,
Business Development
and Sales Management
Pultrusion Krauss Maffei

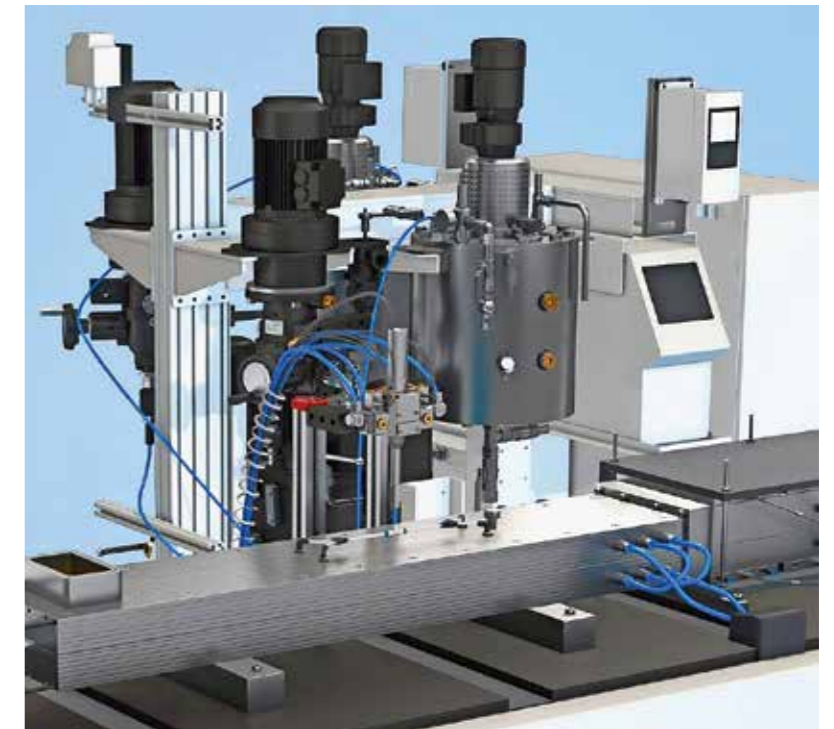
genutzt, um faserverstärkte Kunststoffprofile herzustellen. Dafür durchlaufen Rovings, also Endlosfasern, meist aus Glas, Carbon oder Aramid, offene Wannen mit dem Matrixmaterial und werden danach in einem beheizten Werkzeug in die gewünschte Form gebracht. Auf der anderen Seite des Werkzeugs ziehen Greifer das ausgehärtete Profil kontinuierlich weiter. Der Name setzt sich zusammen aus dieser Pull-Bewegung und dem vorherigen Extrusionsvorgang. Erstaunlicherweise fand bei der Technologie in den vergangenen Jahrzehnten kaum eine Weiterentwicklung in Richtung Fertigungseffizienz oder -komfort statt. Die Produktionsgeschwindigkeit verharrt seit Langem bei 0,5 bis maximal 1,5 m/min und die weltweit rund 300 Pultrudeure errichten ihre Produk-

tionsanlagen aus Einzelkomponenten verschiedener Anbieter, die damit nicht aufeinander abgestimmt sein können. Für die Belegschaft bedeuten die offenen Wannenbäder zudem eine hohe Geruchsbelastung. Krauss Maffei kombinierte nun seine Expertise in der Dosiertechnik (Polyurethan, Epoxy, Polyamid) für Faserverbundlösungen mit seinen Erfahrungen aus der Extrusion, um erstmals am Markt eine Komplettanlage vorzustellen. Sie kapselt zum einen das Tränken der Fasern mit dem Matrixmaterial in einer Injektionsbox und steigert zum anderen die Fertigungsgeschwindigkeit auf bis zu 3 m/min. Gemeinsam mit dem Kooperationspartner Thomas Technik werden auch Anlagen für die Herstellung gebogener Profile (Radiuspultrusion) angeboten.

Kernstück Injektionsbox

Das Kernstück von iPul ist die Injektionsbox, die bereits ein Teil des Werkzeugs ist, weil hier die Fasern der endgültigen Profilform angenähert werden. Die Rovings laufen von ihren oft über 100 Spulen in diese Injektionsbox hinein, wobei auch die Verwendung von Fasergelegen und -geweben möglich ist. Sie kann erforderlich sein, um durch mehr-direktionale Faserausrichtung die Steifigkeit eines Bauteils weiter zu erhöhen oder wenn eine Oberfläche mit deutlichem Fasercharakter gewünscht wird.

In der Injektionsbox vollzieht sich direkt und kontinuierlich das Durchtränken der Fasern mit dem Matrixmaterial. So lassen sich Systeme mit erhöhter Reaktivität verarbeiten, die gezielt auf die Eigenschaften des Endprodukts eingestellt werden können. Viele Pultrudeure verwenden noch Polyester oder Vinylester, deren mechanische Eigenschaften weniger leistungsfähig sind, als es moderne Anwendungen erfordern. Krauss Maffei setzt hingegen auf die in anderen Verfahren gebräuchlichen Duroplaste Epoxidharz und Polyurethan. Ein klarer Vorteil von Polyurethan sind zum Beispiel die verbesserten mechanischen Eigenschaften. Im Umkehrschluss erlaubt es Bauteildesignern, dünnwandigere Profile zu entwerfen und weniger komplexe und somit auch günstigere Fasern einzusetzen. Wo eine thermoplastische Matrix benötigt wird, etwa weil das Endprodukt schweiß- oder recycelbar sein soll, kann perspektivisch Polyamid 6 zum Einsatz kommen. Ein neu entwickelter Mischkopf, in dem die Einzelkomponenten der reaktiven Materialien zusammenfließen, arbeitet kosteneffizient mit Niederdruck und außerdem flexibel und präzise. So lassen sich die Injektionspunkte leicht produktspezifisch anpassen. Da ein gewisser Druck die Infiltration der Fasern mit dem Kunststoff begünstigt, ist die rund 50 cm lange Injektionsbox so konstruiert, dass sie sich in Transportrichtung verjüngt. Der kontinuierliche Zug am fertigen Profil und die Querschnittsverengung



In der Injektionsbox vollzieht sich direkt und kontinuierlich das Durchtränken der Fasern mit dem Matrixmaterial. So lassen sich Systeme mit erhöhter Reaktivität verarbeiten, die gezielt auf die Eigenschaften des Endprodukts eingestellt werden können.
Foto: Krauss Maffei



Wolfgang Hinz (r.), Business Development and Sales Management Pultrusion Krauss Maffei: „Mit den neuen iPul-Pultrusionsanlagen zielen wir auf eine deutliche Steigerung auf mehr als drei Meter pro Minute.“
Foto: Krauss Maffei



Foto: Krauss Maffei

Josef Renkl

Mehr Tempo bei der Pultrusion

Drei Fragen an Josef Renkl, Leiter Entwicklung Pultrusion bei Krauss Maffei

Herr Renkl, wie kam es zu der Entwicklung von iPul?

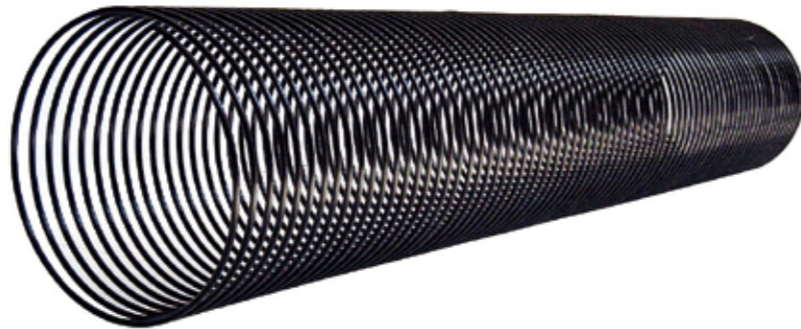
» **Josef Renkl:** Krauss Maffei hat als Anbieter sowohl der Dosiertechnik für Faserverbundlösungen als auch von Extrusionsanlagen das komplette Wissen im Haus, um der Pultrusion einen Innovationsschub zu geben. Das Resultat ist nun die erste Komplettanlage auf dem Markt. iPul ist konsequent auf Fertigungseffizienz abgestimmt.

Wo sehen Sie die größten Vorteile der neuen Anlage?

» **Josef Renkl:** Vor allem in der geschlossenen Injektionsbox und der hohen Produktionsgeschwindigkeit. Bislang lag diese in der Regel bei 0,5 bis 1,5 Meter pro Minute. Je nach Anwendung und Matrixmaterial können wir mit iPul Geschwindigkeiten von rund drei Metern pro Minute erzielen. Das eröffnet ganz neue Märkte für die Technologie.

Welches sind für Sie die Haupteinsatzbereiche?

» **Josef Renkl:** Sehr interessant ist die Baubranche, etwa die Herstellung von Fensterprofilen, und auch der Sektor Mobilität. Da wir auch gebogene Profile aus verschiedenen Kunststoffen fertigen können, sind beispielsweise auch Spanten für Flugzeugkörper mit einem Durchmesser von drei oder vier Metern möglich.



Pultrudierter Druckmantel für eine Tiefseepipeline: Als Alternative zu Stahl sind längere Riser und Flowlines möglich.

Foto: Thomas Technik

Pultrusion live erleben

COMPETENCE DAY

Weitere Entwicklungen sowie die iPul-Pultrusionsanlage im Livebetrieb präsentiert Krauss Maffei auf dem Competence Day Pultrusion am 28. Juni 2017 am Standort München. Kunden und Partner sind herzlich eingeladen.

resultieren in bis zu 100 bar, die bewirken, dass sich das Matrixmaterial optimal um die Fasern legt.

Im folgenden Aushärtewerkzeug durchläuft das Profil drei individuell regelbare Heizzonen und wird dann von der Zieheinheit mit konstanter Geschwindigkeit zur möglichen Nachbearbeitung und weiter zur Säge befördert, wo es geschnitten und anschließend konfektioniert wird. Alle Komponenten der Anlage lassen sich hierbei zentral über eine Steuerung bedienen.

Breites Einsatzspektrum

Seine Stärke spielt das neue Pultrusionsverfahren überall dort aus, wo hohe Festigkeiten gefordert sind und bislang meist Metalle zum Einsatz kommen. Etwa an großflächigen Fenstern mit schmalen Rahmen, bei denen herkömmliche PVC-Profile nicht die nötige Stabilität liefern und die deshalb in der Regel mit extrudiertem Aluminium gefertigt werden. Gegenüber diesem bieten faserverstärkte Profile physikalische Vorteile – und einen davon hat jeder schon gespürt: Metall ist kälter als Kunststoff. Die bessere Isolationsfähigkeit der pultrudierten Bauteile (Wärmeleitfähigkeit 0,5 W/mK gegenüber 236 W/mK bei Aluminium) – wichtig in Zeiten des Energiesparens – geht einher mit einer größeren dimensional Stabilität bei Temperaturschwankungen (thermischer Ausdehnungskoeffizient [in $10^{-6} K^{-1}$]: 5 gegenüber 23 bei Aluminium). Die Steifigkeit ist ähnlich hoch wie bei Aluminium und die Korrosions- und Chemikalienbeständigkeit sogar höher. Weitere Eigenschaften: geringe elektrische Leitfähigkeit und Durchlässigkeit gegenüber Radiowellen, so dass Mobilfunkempfang und Ähnliches ungestört vorstattengehen.

Die Baubranche bildet einen sehr interessanten Zielmarkt für diese Technologie – zumal die pultrudierten Profile wesentlich kostengünstiger sein können als Aluminium und sich die Produktionsgeschwindigkeit mit iPul der des Massenverfahrens PVC-Extrusion annähert. Wartungskosten für das fertig montierte Element sind kaum vorhanden und man kann sich vielerlei Arten der Metallsubstitution



Mehr über Kunststoffe finden Sie **hier**

vorstellen: Zaunpfosten und -latten, Wandverkleidungen, Ständersysteme für Rigipsplatten bis hin zur Armierung von Beton.

Die Qualität des Endprodukts entsteht durch die Kombination von Faser und Matrix. Aus diesem Grund betreibt Krauss Maffei Entwicklungsprojekte mit drei Materialherstellern, um die Rezepturen der jeweiligen Kunststoffe auf besondere Anforderungen abzustimmen. Im Baubereich sind es Covestro (für Polyurethan + Glasfasern) und Evonik (Epoxidharz + Glasfasern) – und das Projekt mit Huntsman (Epoxidharz + Carbonfasern) führt sogar in die Luft. Gemeinsam erforscht man die Herstellung pultrudierter Verstärkungselemente für besonders großflächige Rotorblätter in Windkraftanlagen.

Weil auch die Mobilität Festigkeit mit geringem Eigengewicht benötigt, bilden Fahr- und Flugzeugbau weitere Einsatzgebiete. Etwa bei Spezialaufbauten für Lkw-Auflieger, wo bislang gängige Doppel-T-Stahlträger ersetzt werden könnten, oder an Spanten für Flugzeugkörper. Hier reicht die gerade Form der Profile allerdings nicht mehr aus, sondern es muss um die Kurve gehen: Rund 3 bis 4 m beträgt der benötigte Durchmesser.

Weltweiter Systemlieferant

Um diese zwei- und dreidimensional gekrümmte Form realisieren zu können, kooperiert Krauss Maffei mit dem Erfinder der Radiuspultrusion, der Thomas Technik, die das Verfahren 2008 vorgestellt hat. Mithilfe der globalen Präsenz von Krauss Maffei soll es nun stärker vermarktet werden. Jede lineare Anlage aus dem Hause Thomas Technik ist auch für den Radiuspultrusionsbetrieb vorbereitet.

Der entscheidende Vorteil bei der Radiuspultrusion: Das Werkzeug bewegt sich. Diese Bewegung wird genutzt, um einerseits die Fasern in die Kavität zu ziehen und dann die Gel-/Härtezone vom Formeingang in Richtung Formende zu transportieren, wo das fertige Profil gegriffen wird.

Bislang war es für neue Unternehmen nicht einfach, in die Pultrusion einzusteigen, da es keinen



Bei Fenstern punkten faserverstärkte Profile durch gute Wärmeisolation, Dimensionsstabilität bei Temperaturschwankungen sowie Korrosionsbeständigkeit.

Foto: Covestro/Internorm

3

METER/MINUTE

Die Geschwindigkeit bei der Pultrusion verharrte seit Langem bei 0,5 bis 1,5 m/min. Krauss Maffei stellt erstmals eine Anlage mit Injektionsbox vor, die eine Fertigungsgeschwindigkeit bis zu 3 m/min ermöglicht.

Komplettanlagelieferanten mit einer Vertriebs- und Servicestruktur wie Krauss Maffei gab. Krauss Maffei bietet auch Dienstleistungen an: von der Auslegung des Profils, der Auswahl der Matrix über den Anlagenbau bis hin zur Inbetriebnahme und Schulung. Der Schritt – beispielsweise für PVC-Extrudateure –, ihr Portfolio auch in Richtung faserverstärkte Profile zu erweitern, ist dadurch gar nicht mehr so groß. ■

Josef Renkl
Leiter Entwicklung Pultrusion Krauss Maffei

Web-Wegweiser
www.kraussmaffei.com/pultrusion