

## Kontinuierliches Fertigungsverfahren für CFK-Profile

*Continuous manufacturing process for CFRP profiles*

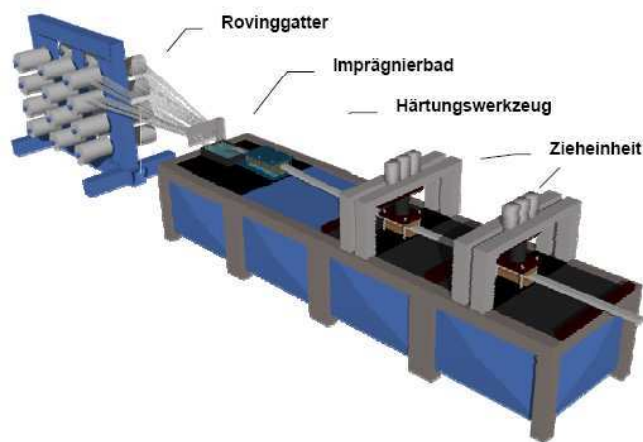


Illustration of Pultrusion Machine

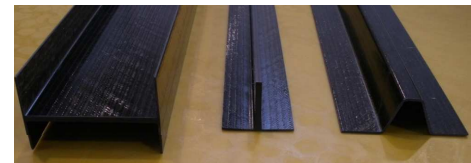
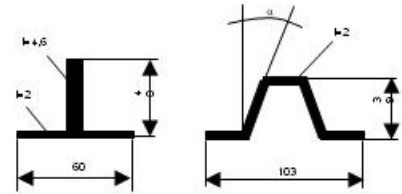


PRTM Production Line at CTC GmbH Stade

Die PRTM-Technologie verbindet die Vorteile der schnellen kontinuierlichen Produktion im Pultrusions-Verfahren mit den herausragenden Merkmalen des RTM-Verfahrens für hochwertige Bauteile bei gleichbleibender Qualität. Verfahrenskennzeichen ist eine mitlaufende RTM-Pressen integriert in den Injektions-Pultrusionsprozess.

PRTM process combines the benefits of continuous pultrusion process with the RTM process for CFRP components with high quality. A main topic in the machine concept is the integrated RTM press inline with the injection pultrusion process.

Stringer werden in Flugzeugstrukturen zur Längsversteifung von dünnwandigen Schalen im Rumpf, in den Flügeln und Leitwerken eingesetzt. Je nach Einsatzort weisen die Stringer Krümmungen mit Radien bis zu 8000 mm, Durchsetzungen (Abstufungen) sowie Veränderungen in Steghöhe und -dicke auf. Da die Stringer die Aufgabe haben, die dünnwandigen Schalen zu versteifen, sind sie vor allem Biege und Schubspannungen ausgesetzt, so dass sie Faserorientierungen von  $0^\circ$  und  $\pm 45^\circ$  (alternativ  $\pm 60^\circ$ ) aufweisen. Da Fasermaterialien ihre vorteilhaften gewichtsbezogenen Eigenschaften nur dann voll entfalten können, wenn sie optimal gestreckt vorliegen, müssen die genannten Orientierungen innerhalb von  $\pm 5^\circ$  erreicht werden.



### PRTM profile and possible cross sections

Mit dem PRTM-Verfahren wurde ein Verfahren entwickelt, in dem Stringer diese Anforderungen erfüllen und in vergleichbaren Eigenschaften gefertigt werden, wie sie die CFK-Prepreg-Stringer bieten, die in den Seitenleitwerken eingesetzt werden. Das PRTM Verfahren verbindet die Vorteile des klassischen Pultrusionsverfahrens mit denen des RTM Verfahren. Hierbei werden textile Halbzeuge online mit einem niedrigviskosen Epoxidharzsystem imprägniert und zwischen Imprägnierung und Aushärtung durch eine im Verfahren mitlaufende allseitig schließende Presse zum Zielquerschnitt verpresst. Bei einer entsprechenden Wahl der verwendeten Materialien (Kohlenstofffasern und Harz) und der Prozessparameter (Druck und Temperatur) werden insbesondere im Pressschritt die Eigenschaften des Profils eingestellt, wie sie der Flugzeugbau erfordert. Hierdurch lassen sich hohe Faservolumengehalte (ungefähr 60 %), niedrige Porositäten (< 3 %) und eine hohe Glasübergangstemperatur ( $\approx 180^{\circ}\text{C}$ ) erreichen. Kernprozesse des Verfahrens sind das Preforming, in dem flache textile Halbzeuge kontinuierlich sukzessive zu einem Doppel-T-Querschnitt umgeformt werden und das Pressen des mit einer Epoxidmatrix imprägnierten Faserhalbzeuges. Die Presse ist beheizt und

wirkt momentenfrei während des Verpressens auf die Materialien ein und bewegt sich mit der gleichen Vorschubgeschwindigkeit wie die abgezogenen Halbzeuge durch die Anlage. Auf diese Weise können leistungsfähige CFK Profile mit Doppel-T-Querschnitt produziert werden. Längsseits aufgetrennt entsteht so ein Paar T-Stringer. Da das PRTM-Verfahren an das Pultrusionsverfahren angelehnt ist, eignet es sich hervorragend für gerade Profile mit einem konstanten Querschnitt. Der Vorteil der Anlagentechnik bietet jedoch die Wahl zwischen Produkten, die einen unterschiedlichen Fertigungsgrad aufweisen. Mit dem Verfahren lassen sich kontinuierlich trockene Preforms, vorimprägnierte Profile (Prepreg-Stringer), teilausgehärtete Stringer sowie komplett ausgehärtete Stringer fertigen. Die Halbprodukte lassen sich dann offline in weiteren Verfahren zu den gewünschten Endprodukten verarbeiten, z.B. zu einem gekrümmten Stringer.

#### Kontakt:

**Jens Kelling**  
**Research & Development**  
**Faserinstitut Bremen / CTC GmbH**  
**Tel.: (+49) 4141/938- 271**  
**E-Mail: [jens.kelling@airbus.com](mailto:jens.kelling@airbus.com)**