

Unser patentierter Prozess erlaubt es uns unidirektionale Bänder aus Vectra[®] LCP (flüssig kristallines Polymer) herzustellen, welche vergleichbare Eigenschaften besitzen wie Aluminium beim halben spezifischen Gewicht.

In Faserverbundwerkstoffen werden heute oft Faserbündel als Gelege oder Fliese verwendet. Dies hat verschiedene Nachteile, da die Fasern nicht ausgestreckt in der Lastrichtung liegen und jede einzelne Faser von der Matrix umschlossen sein muss, um die Last von Faser zu Faser zu leiten. Der Anteil an Fasern bestimmt die mechanischen Eigenschaften des Werkstückes. Ersetzt man nun diese Fasern mit Bändern mit denselben mechanischen Eigenschaften erhält man Faserverbundwerkstoffe die deutlich leistungsfähiger sind: Wegen der Form der Bänder braucht es dramatisch weniger Matrixmaterial und so sind die Volumenanteile der Bänder im Bereich von 80 bis 90 % erreichbar. Dies entspricht einer 20 bis 30 % Steigerung gegenüber konventionellen Faserverbundwerkstoffen. Dies erlaubt gleiche Eigenschaften bei geringerem Gewicht zu erreichen oder bessere Eigenschaften bei gleichem Gewicht zu erreichen. Unser Produktionsprozess erlaubt es uns, in einem Prozessschritt unidirektionale Bänder herzustellen. Dies ist wesentlich effizienter und kostengünstiger als die Produktion von vergleichbaren Bändern aus gespreizten Fasern, diese werden zuerst als Bündel produziert um danach aufwendig gespreizt zu werden.

Die Eigenschaft, welche unsere Bänder von allen anderen High-Performance Materialien unterscheidet, sind die Dämpfungseigenschaften. Diese Eigenschaft ist wichtig bei Werkstücken die Vibrationen ausgesetzt sind wie zum Beispiel in Autos, Flugzeugen oder bei Sportgeräten. Hierbei kann unser Band auch als Zwischenschicht in traditionellen Faserverbundwerkstoffen eingesetzt werden, z. B. in kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK).

Ein weiterer Vorteil unserer *PlyEx* Bänder ist, dass mit unseren Bändern eine völlig neue Generation von Faserverbundwerkstoffen herstellbar wird: Werkstücke mit 100 % Volumenanteil Fasern: Die *PlyEx* Bänder können in den gewünschten Richtungen geschichtet werden und mittels Hitze und Druck chemisch verbunden werden. Dies funktioniert über ein Wachsen der einzelnen Moleküle in Bandrichtung aber auch von Band zu Band. Mit diesem simplen Prozess sind äusserst widerstandsfähige Werkstücke erzielbar.

Im Moment produzieren wir Bänder mit einer Dicke zwischen 2 und 20 μm (Vectran[®]-Faser: 20 μm) und einer Breite zwischen 20-120 mm. Der Prozess ist nicht limitiert auf diese Dicken bzw. Breiten und je nach Verwendungszweck sind auch grössere Dicken bzw. Breiten realisierbar.

Die Bänder haben eine leicht goldene Farbe, sind transparent und zeigen ausserordentliche Barriereigenschaften gegen Gase und Wasserdampf.

Ein weiterer Punkt der sich negativ auf das Gewicht eines konventionellen Faserverbundwerkstoffes auswirkt, ist die minimale Dicke der Gelege oder Fliese. Mit unserem Prozess sind wir in der Lage Bänder mit einer Dicke von nur 2 μm herzustellen, dies ist 1/10 der Dicke einer einzelnen Faser. Somit kann ein Werkstück präziser gefertigt werden und so Gewicht, Material und Kosten gespart werden.

Des Weiteren ist unser Material zu 100 % funktional rezyklierbar.

Anwendungen



Abb. 1: Prototypenrohr, Durchmesser 25 mm, Wandstärke 0.1-1.5 mm, hergestellt ohne die Verwendung eines Klebstoffes.



Abb. 2: **A:** links: *PlyEx*, rechts: *PlyEx* wärmebehandelt. **B:** links: *PlyEx* im direkten Kontakt mit dem Papier, rechts: *PlyEx* 15 mm über dem Papier.

Starre Strukturen

Mit *PlyEx* sind ultra leichte starre Strukturen realisierbar; zum Beispiel Röhren mit ultra-dünnen Wänden.

Optische Eigenschaften

Die *PlyEx* Filme sind transparent, somit können zum Beispiel Defekte in Laminaten (zum Beispiel Delamination) mit einer simplen Sichtprüfung lokalisiert werden. Durch die Strukturierung der Oberfläche unserer Filme wird das Licht in Richtung der Orientierung verzerrt. Damit kann der *PlyEx* Film in Sicherheitsapplikationen eingesetzt werden, wo Informationen nur bei direktem Kontakt mit dem Film lesbar sein sollen.

Flexible Membranen



Abb. 3: flexible *PlyEx* Membran mit 4- Schichten (0/45/-45/90), Dicke: 20 µm.

Unsere Filme ermöglichen es uns, ultra dünne flexible Membranen herzustellen, welche über ausgezeichnete Barriereigenschaften verfügen.

Mechanische Eigenschaften

E-Modul, parallel (vor der Wärmebehandlung*)	up to 71 GPa
Bruchfestigkeit, parallel (vor der Wärmebehandlung *)	up to 1 GPa
E-Modul, senkrecht	1 GPa
Bruchfestigkeit, senkrecht	0.015 GPa
Dicke	2-20 µm
Breite	up to 120 mm
Dichte	1.4 g/cm ³

* Die mechanischen Eigenschaften werden mit der Wärmebehandlung drastisch erhöht (bis zu 2.5 GPa)

Dämpfungseigenschaften

Temperatur [°C]	Frequenz [Hz]	E' [GPa]	E'' [GPa]	tan (δ) [-]
-80	1	85.62	1.01	0.01
	10	86.57	0.55	0.006
	100	86.83	0.182	0.002
0	1	68.36	2.63	0.03
	10	71.52	2.09	0.029
	100	74.8	1.26	0.017
25	1	60.12	2.79	0.05
	10	64.10	2.83	0.042
	100	67.67	2.4	0.036
80	1	44.63	1.8	0.041
	10	46.90	1.95	0.042
	100	49.76	2.6	0.052
120	1	35.41	1.17	0.033
	10	36.7	1.03	0.028
	100	37.89	1.06	0.028

Des Weiteren zeigt unser Produkt sehr gute Barriereigenschaften gegen Wasserdampf und Sauerstoff:

Wasserdampftransmission bei 38 °C und 90 % relativer Luftfeuchte:

$$\text{Transmissionsrate} = 3.9 \frac{\text{g} \cdot \mu\text{m}}{\text{m}^2 \cdot \text{day}}$$

Polyvinylchlorid (PVDC) basierende Materialien: 10 – 80

Nylon MXD6 orientiert: 1100

Polypropylen (PP) orientiert: 160

Polyethylen: 115

Polyethyleneterephthalat (PET) orientiert: 800

Sauerstofftransmission bei 23 °C und 0 % relativer Luftfeuchte (ASTM F-1937):

$$\text{Transmissionsrate} = 16 \frac{\text{cm}^3 \cdot \mu\text{m}}{\text{m}^2 \cdot \text{day}}$$

Ethylenvinylalcohol (EVOH) basierende Materialien: 4 – 60

Nylon MXD6 orientiert: 52

Polyvinylchloride (PVDC) basierende Materialien: 15 - 250

Polypropylen (PP) orientiert: 44'000

Polyethyleneterephthalat (PET) orientiert: 160