

spline**TEX**®





AUTOMOTIVE

Höhere Umweltauflagen erfordern von der Automobilindustrie immer mehr Anstrengungen. Das größte Potenzial zur Erreichung der Umweltziele ist die Reduktion des Gewichts. Während anfänglich hochfeste Stähle und Aluminium für den Leichtbau eingesetzt wurden, sind es heute zunehmend auch Faserverbundbauteile, welche die klassischen Werkstoffe ergänzen oder ersetzen. Das erste Vollcarbon Serienauto der Welt zeigt das Potenzial, welches hier noch vorhanden ist.

Scarce and expensive energy sources require rigorous measures for the saving of these resources in the automotive industry. The biggest potential for this aim is to reduce mass. While initially high-tensile steel and aluminum were used for lightweight construction, today fiber composite components are increasingly used as supplement or replacement for traditional materials. The first full carbon production car in the world shows the still inherent potential at present.

market

Einsparung von Energie und damit verbunden die Reduktion von umweltschädlichen Gasen ist ein wichtiges Ziel in fast allen Lebensbereichen. Leichtbau ist die Voraussetzung, um dieses Ziel zu erreichen. Daher werden Faserverbundstoffe heute in allen Sparten eingesetzt. Besonders interessant und effizient ist der Einsatz in allen Transportsparten, von der Flugzeug- bis zur Autoindustrie, weil dort die größten Energieeinsparungen zu erzielen sind. Aber auch im Sportbereich sind Faserverbundstoffe sehr beliebt, um die sportliche Leistung zu steigern. Bei industriellen Anwendungen steht hingegen oft die Steigerung der Maschinenperformance oder des Durchsatzes im Vordergrund. Zudem sind speziell Carbonprodukte auch im Designbereich wegen ihrer modernen Oberflächenoptik sehr beliebt.

Energy savings and the related reduction of environmental pollution and greenhouse gases are an important aim in most areas of modern life. Lightweight is a prerequisite to achieve this aim. Therefore, fiber reinforced composites are used widely. The use of composites is especially interesting and efficient in all transport sectors, from the aerospace to the automotive industry. But even in sports composites are very popular in order to increase performance. In industrial applications, however, the focus is mainly on the increase of machine performance or throughput. Last but not least carbon products are favored in design applications as well due to its modern and sophisticated appearance.



INDUSTRIAL DESIGN

Neue Werkstoffe sind für Designanwendungen immer von größtem Interesse, weil sie neue Möglichkeiten der Gestaltung eröffnen. Das flexible *splineTEX*® Verfahren bietet zusätzlich noch die Kombination verschiedenster Werkstoffe, Farben und Beleuchtungsmöglichkeiten.

New materials are always of highest interest for design applications because it enables new design and configuration. This is especially true for a flexible process like *splineTEX*® because it offers the opportunity to combine different materials, colors and even light effects.



SPORTS

Der Sportsektor gehört zu jenen Märkten, wo Faserverbundbauteile schon seit langer Zeit eingesetzt werden. Anfänglich getrieben durch den Spitzensport wird Kohlefaser zunehmend auch im Bereich des ambitionierten Hobbysports eingesetzt.

Composite products are used in sports since quite a while. In the beginning the usage of this light weight material was driven by professional sports. In the meantime composite products have gained market share in the mainstream arena as well.



AEROSPACE

Die Luftfahrt ist zweifelsohne der älteste und derzeit größte Markt für Faserverbundwerkstoffe. Getrieben durch den hohen Energieverbrauch wurde der Nutzen des Leichtbaus schon früh erkannt. Deshalb findet man heute Faserverbundbauteile fast in jedem Bereich eines modernen Flugzeugs, was die Vielseitigkeit des Werkstoffes unter Beweis stellt. Strukturteile für den Rumpf, Fahrwerksklappen, Innenausstattung und Triebwerksteile sind nur einige Beispiele.

Without any doubt aerospace is the biggest and oldest market utilizing composite materials. Driven by huge fuel consumption aircraft manufacturers have identified the advantages of light weight construction very early. Therefore, composite products are used nearly in every section of a modern aircraft today, showing the versatility of the material. Ribs for the aircraft body, landing gear doors, interiors and even parts within the jet engine are only a few examples.



INDUSTRIAL

Industrielle Anwendungen sind einem kontinuierlichen Prozess der Optimierung und Verbesserung unterworfen, um Effizienz und Durchsatz zu steigern. Große bewegte Massen stehen diesen Zielen häufig entgegen. Durch den Einsatz von Faserverbundbauteilen können diese Massen reduziert, der Energieverbrauch verringert und die Durchsätze erhöht werden. Häufig ermöglicht der Einsatz von Carbon zusätzlich auch noch eine Erhöhung der Genauigkeit.

Industrial applications are seeing continuous optimization driven by the demand of increased efficiency and throughput. Heavy moving parts are often contradictory to these targets. Using composite materials reduces mass and energy consumption while allowing higher throughput at the same time. In addition, parts made of carbon very often do increase the accuracy and, therefore, take the machine performance to a next level.

Produkte, welche mit dem *splineTEX*[®]-Verfahren hergestellt werden, zeichnen sich durch die hervorragende 3D Formbarkeit aus. Zusätzlich ist das Herstellverfahren skalierbar von sehr kleinen Stückzahlen bis hin zu Großserien. Das garantiert hohe Qualität vom Prototypenbau bis zur Serienüberleitung.

Products made with the *splineTEX*[®] process are characterized by its excellent 3D formability. In addition, the production process is scalable from very low to extremely high quantities. This guarantees high quality products from prototype to mass production.



splineTEX[®]

splineTEX^{®flex}

splineTEX^{®flex} ist die am häufigsten angewendete Technologie. Das frei formbare Carbonhalbzeug erlaubt maximale Flexibilität in der Formgebung bei gleichzeitig minimalem Gewicht. Neben Carbonfasern werden bei Bedarf auch Glasfasern verwendet. Diese beiden Fasertypen werden mit Epoxidharz vergossen, um höchste Belastungen und maximale Lebensdauer zu garantieren.

splineTEX^{®flex} is the most frequently applied process. The ductile carbon preform gives maximum flexibility in design with a minimum of weight. Carbon fibers or glass fibers can be used depending on requirement. These two fiber types are cured with epoxy resin to guarantee highest loads and maximum durability.

splineTEX^{®plast}

splineTEX^{®plast} kombiniert die Eigenschaften von Aluminium und Faserverbund. Das Resultat ist ein hoch performantes Hybridbauteil. Für eine effiziente Herstellung lässt sich das *splineTEX*[®]-Verfahren mit dem klassischen CNC Biegeverfahren kombinieren. Auch die plast-Variante kann wahlweise mit Carbon- oder Glasfasern gewählt werden.

splineTEX^{®plast} combines the properties of aluminum and composites. The result is a high-performance hybrid component. For an efficient manufacturing process, the *splineTEX*[®] process can be combined with standard CNC bending methods. The plast version can also be produced either with carbon or glass fibers.

splineTEX^{®edition}

Unter dem Namen *splineTEX*^{®edition} bieten wir unseren Kunden eine Fülle von Materialkombinationen, welche individuell auf den Kunden abgestimmt werden. Egal ob sie spezielle Fasern wie Aramid, Basalt oder Hanf verwenden wollen, eingefärbte Harze oder LED Innenbeleuchtungen, Ihrer Kreativität sind keine Grenzen gesetzt.

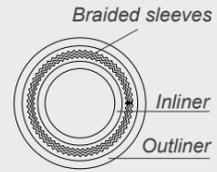
Under the name *splineTEX*^{®edition}, we offer our customers a wide range of material combinations which are individually tailored to the customer needs. Whether you want to use special fibers such as aramid, basalt or hemp, colored resins or LED lighting attachments, your creativity knows no limits.



Preform Preparation

Das flexible Halbzeug ist die ideale Ausgangsbasis für den *splineTEX*®-Prozess. Dazu werden mehrere geflochtene Faserlagen zwischen In- und Outliner gelegt. Das kann entweder manuell oder voll automatisch erfolgen und ermöglicht daher eine effiziente Produktion vom Prototypen bis zur Großserie.

Key feature of the *splineTEX*® process is the flexible preform consisting of braided sleeves embedded in between an in- and outliner. Different sleeve combinations can be manufactured individually for prototypes while over braiding is a cost effective solution for high volume production.



TECHNOLOGY



Forming

Für die Formgebung gibt es viele verschiedene Möglichkeiten, welche sich optimal an die Kundenbedürfnisse anpassen lassen. Ob preiswerte Formen für Prototypen und niedrige Stückzahlen oder beheizte Metallformen für Großserien – für jeden Fall ergibt sich ein optimales Preis-Leistungsverhältnis.

There is a huge variety of forming options available which can cover any customer needs. From low cost molds for prototypes to heated aluminum molds for huge quantities – in any case you get the best price performance ratio.



Infiltration

Für die Infiltration werden hauptsächlich Epoxidharze verwendet. Diese werden mittels RTM-Verfahren oder Vakuum-Infiltration in den Rohling injiziert.

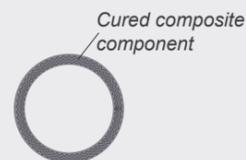
Infiltration of the preform is done mainly with epoxy resin. The process used is either an RTM or a vacuum injection process.



Curing

Nach der Aushärtung im Temperofen werden Inliner und Outliner entfernt. Bei speziellen Anforderungen an die Glasübergangstemperatur können die Bauteile nach der Entformung nochmals bei höheren Temperaturen nachgehärtet werden.

After curing inliner and outliner are removed. In case of special requirements for the glass transition temperature the finished product can be reheated.





Holding Fixture

Für Anwendungen mit geringen Genauigkeitsanforderungen ist die Verwendung von Haltevorrichtungen die kostengünstigste Variante. Ähnlich wie beim freien Formen können beliebige Geometrien hergestellt werden. Für den *splineTEX^{®flex}* braucht es lediglich einige Fixierungspunkte, um das Halbzeug während der Aushärtung in Position zu halten.

Holding fixtures are a cost efficient solution for applications with low accuracy needs. Similar to free-form bending you can create any shape while you only need a few fixtures in order to keep your preform in place until the resin is cured.

Wood Fiber Mold

Günstige Formen aus MDF sind ideal für genaue Prototypen und industrielle Anwendungen mit kleinen und mittleren Stückzahlen. Trotz der geringen Stückzahlen ergeben sich so niedrige Kosten ohne Qualitätseinbußen.

Inexpensive molds made of wood fiber are a perfect fit for accurate prototypes and small series industrial applications. Using a mold ensures high quality and accuracy while the cost is low also for smaller quantities.

Aluminum Mold

Für Anwendungen mit großen Stückzahlen werden beheizte Aluminiumformen verwendet. Das garantiert minimale Toleranzen und ermöglicht kurze Zykluszeiten. Daher wird diese Variante der Formgebung speziell bei Automotive Projekten verwendet.

In case of high quantities heated aluminum molds are the best choice. While enabling best in class tolerances it also allows short production cycle times. Therefore this method is widely used for automotive applications.

FORMING

CNC Winding

Automatisiertes CNC Wickeln wird speziell für die Herstellung von Federn verwendet. Es erlaubt die schnelle und effiziente Produktion dieser Produkte.

Automated winding is a method tailored for spring production. It enables a fast and efficient production process for this product category.

Free-form Bending

Das Freiform-Biegen ist speziell bei Design Anwendungen von Vorteil. Da keinerlei Formenbau notwendig ist, sind die Kosten minimal. Gleichzeitig hat man die maximale künstlerische Freiheit und kann damit sogar Formen erzeugen, welche sonst nicht herstellbar sind.

Free forming is a huge benefit and most welcome for a lot of design applications. As there is no mold involved the costs stay at lowest level. At the same time you have the benefit of creating shapes that are not possible with any process that involves molds.

CNC Bending

Im industriellen Umfeld ist das CNC Biegen von Rohren ein günstiger und etablierter Prozess. Die *splineTEX^{®plast}* Rohlinge können auf den gleichen Maschinen ebenso vollautomatisch in Form gebracht werden.

For industrial applications automated bending of tubes is an established and efficient process. *splineTEX^{®plast}* performs can be shaped on the same machines in the same efficient way.



SPRINGS

Faserverbundfedern aus Glasfaser sind heute in der Lage klassische Stahlfedern zu ersetzen. Der große Vorteil liegt im bis zu 50% geringeren Gewicht. Das hilft nicht nur der Energieeffizienz von Fahrzeugen sondern reduziert auch gleichzeitig die gefederten Massen. Weitere Vorteile sind die Beständigkeit gegen Korrosion und Chemikalien. Diese Eigenschaften qualifizieren die Faserverbundfeder nicht nur für die Fahrzeugindustrie sondern auch speziell für Einsatzbereiche z.B. in Geräten und Anlagen, welche mit Meerwasser bzw. Meeresluft in Berührung kommen.

Glass fiber composite springs are now able to replace conventional steel springs. The major advantage is a weight reduction up to 50%. This helps not only the energy efficiency of vehicles but also reduces the sprung mass at the same time. Other benefits include corrosion and chemical resistance. These properties qualify the glass fiber composite spring not only for the automotive industry, but also specifically for applications e.g. in devices and systems which are in contact with sea water or salty air.

Herstellung:

Das *splineTEX*®-Verfahren eignet sich besonders gut für die Herstellung von Federn. Aufgrund des geschlossenen Schlauchrohrlings wird keine Form benötigt. Das spart nicht nur die Formkosten sondern erlaubt auch ein voll automatisiertes Wickelverfahren zur effizienten Produktion von großen Stückzahlen.

Production:

The *splineTEX*®-process is most suitable for spring production. The preform with its fibers enclosed within the pipes makes any type of mold unnecessary. This does not only save the cost for the mold it also enables a fully automated spring winding process which is highly efficient for high volume production.



Anwendungen:

Neben den Schraubenfedern gehören auch Torsionsstäbe zu unserer Produktpalette. Damit ergeben sich zahlreiche Anwendungen in der Fahrzeugindustrie:

- Federungen für Mountain Bikes
- Federgabeln für Motorräder
- PKW Federbeine
- Torsionsstäbe für Sitzverstellungen
- Fahrwerksstabilisatoren

Applications:

In addition to coil springs also torsion bars are part of our product portfolio. Thus, numerous applications in the automotive industry are possible:

- Suspension for mountain bikes
- Suspension for motorcycles
- Car suspensions
- Torsion bars for seat adjustment
- Anti-roll bars



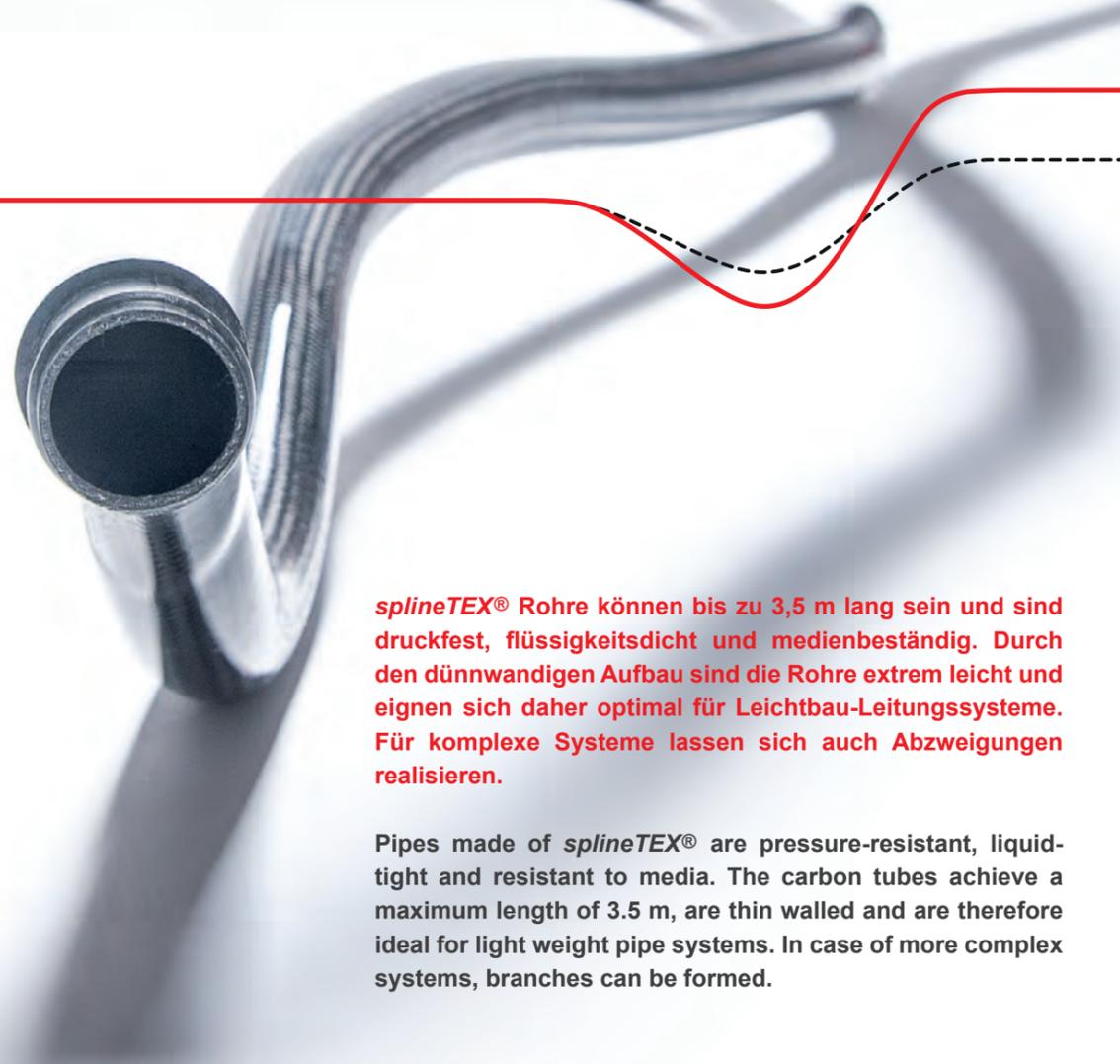
TUBES

Vorteile:

- Durch den geschlossenen Faserverbund druckstabil
- Wesentlich leichter als Metallrohre
- Die Formgebung kann den Erfordernissen angepasst werden
- Querschnittsveränderungen sind möglich
- Anschlussstellen können beliebig geformt werden
- Verwendung von herkömmlichen Rohrschellen

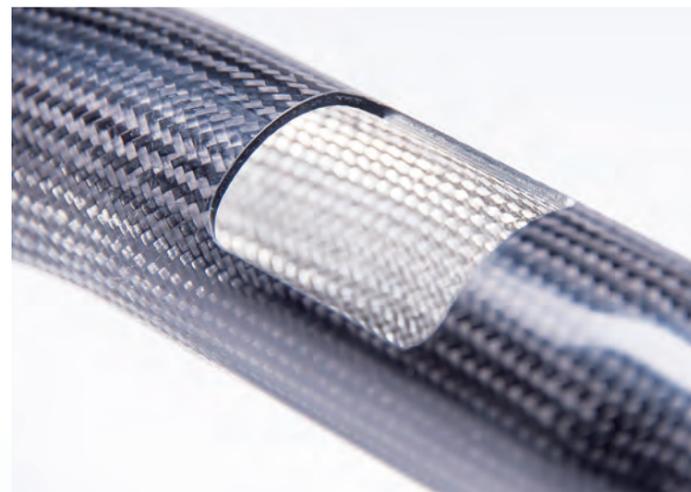
Advantages:

- Pressure stability through endless, circumferential fibers
- Significantly lighter than metal pipes
- The design can be adapted to the requirements
- Changes in cross section are possible
- Connectors can be formed into any shape
- Use of conventional pipe clamps is possible



splineTEX® Rohre können bis zu 3,5 m lang sein und sind druckfest, flüssigkeitsdicht und medienbeständig. Durch den dünnwandigen Aufbau sind die Rohre extrem leicht und eignen sich daher optimal für Leichtbau-Leitungssysteme. Für komplexe Systeme lassen sich auch Abzweigungen realisieren.

Pipes made of **splineTEX®** are pressure-resistant, liquid-tight and resistant to media. The carbon tubes achieve a maximum length of 3.5 m, are thin walled and are therefore ideal for light weight pipe systems. In case of more complex systems, branches can be formed.



Anwendungen:

Hauptgründe für die Verwendung von Carbonrohren sind einerseits die Massenreduktion, interessant bei Sportwagen, und andererseits die hohe Druckstabilität bei industriellen Anwendungen. Neben den reinen Carbonrohren können auch Metall-Carbon-Hybridrohre hergestellt werden. Diese Kombination eignet sich besonders, wenn Diffusionsdichtheit oder elektrische Abschirmungen mit Leichtbau kombiniert werden sollen.

- Kühlwasserleitungen
- Leitungen für Lüftungen
- Kraftstoffleitungen
- Ölleitungen

Applications:

Main reason for the usage of carbon tubes is the mass reduction, especially important for sports cars, but also the high pressure stability is a vital argument for industrial applications. Beside pure carbon tubes also hybrid tubes consisting of metal and carbon are possible. This combination is very interesting when high diffusion resistance is needed or in case electrical shielding is a crucial aspect for your application.

- Coolant pipes
- Ventilation ducts
- Fuel lines
- Oil pipes

Strukturbauteile aus Kohlefaser sind nicht nur extrem leicht, bei richtiger Auslegung sind die Teile auch fester als Stahl. Das ist einer der Gründe, weshalb heute ausschließlich Faserverbundkonstruktionen für Rotorblätter von Windkraftanlagen eingesetzt werden. Aber auch moderne Langstreckenflugzeuge sind zu über 50% aus Kohlefaserverbundwerkstoffen. In der Automobilindustrie steht der Einsatz dieses neuen Werkstoffes erst am Anfang, bietet aber auch hier großes Potenzial für Treibstoffeinsparungen.

Parts made of carbon are not only extremely light but are, given a proper layout, more rigid than steel. This is one of the reasons why today blades for windmills are made of composite material only. But also modern long haul aircrafts are made of composite parts reaching an overall content level of 50%. Compared to this figure the usage in automotive applications is low but steadily increasing.

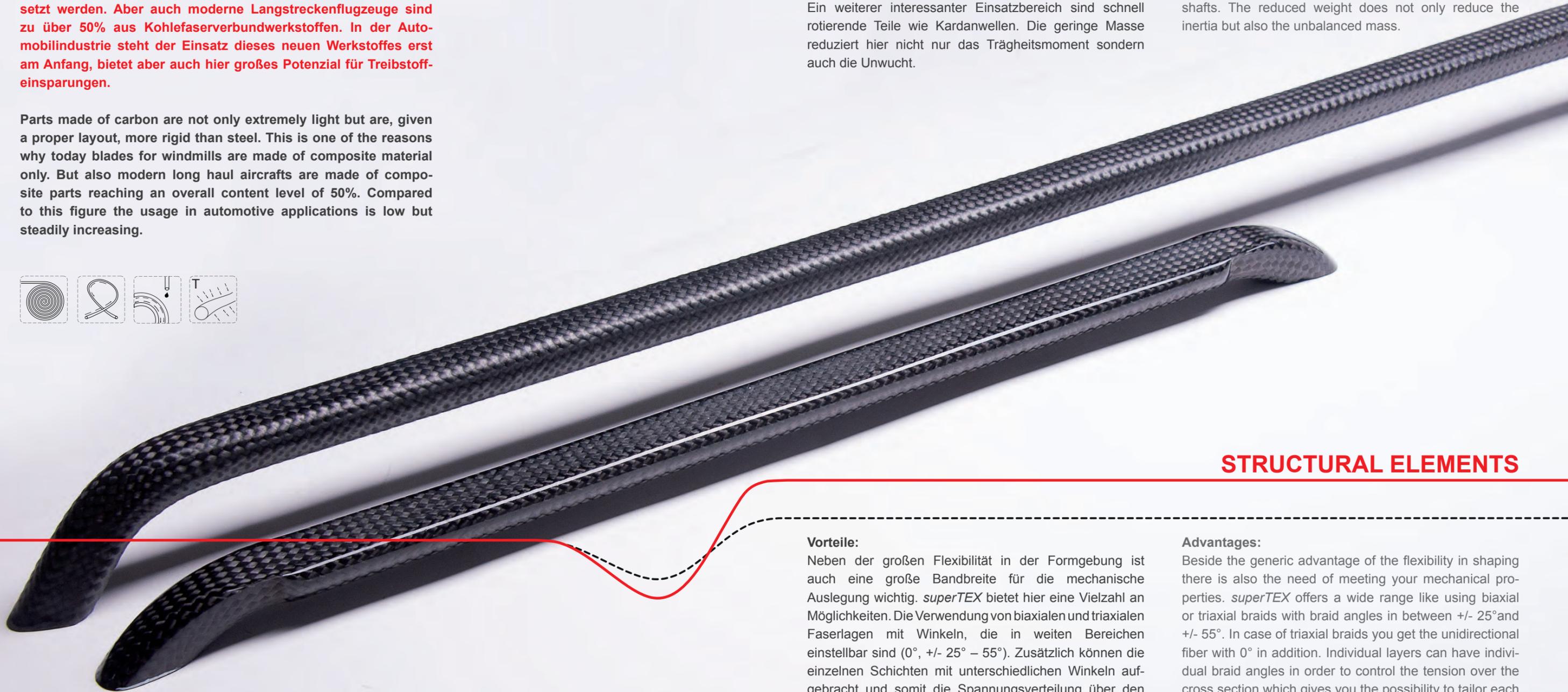


Anwendungen:

Die Anwendungen von Kohlefaser Strukturbauteilen reichen von Sport über industrielle Bauteile bis hin zum Flugzeugbau. Die vielfältigsten Anwendungen ergeben sich aber im Autobau, wo sich tragende Strukturen der Karosserie, Fahrwerkskomponenten wie Querlenker, Achsaufhängungen oder Stabilisatoren realisieren lassen. Ein weiterer interessanter Einsatzbereich sind schnell rotierende Teile wie Kardanwellen. Die geringe Masse reduziert hier nicht nur das Trägheitsmoment sondern auch die Unwucht.

Applications:

Carbon light weight constructions are used in sports, industrial environment and aerospace. However the widest range of applications can be found in the automotive area like car frame parts, components for the underbody like suspension arms, axle mounts or anti-roll bars. Another area where carbon is well suited is drive shafts. The reduced weight does not only reduce the inertia but also the unbalanced mass.



STRUCTURAL ELEMENTS

Vorteile:

Neben der großen Flexibilität in der Formgebung ist auch eine große Bandbreite für die mechanische Auslegung wichtig. *superTEX* bietet hier eine Vielzahl an Möglichkeiten. Die Verwendung von biaxialen und triaxialen Faserlagen mit Winkeln, die in weiten Bereichen einstellbar sind (0° , $\pm 25^\circ$ – 55°). Zusätzlich können die einzelnen Schichten mit unterschiedlichen Winkeln aufgebracht und somit die Spannungsverteilung über den Querschnitt gesteuert werden. Damit ist eine optimale Auslegung jedes Bauteils möglich und das ganz ohne Verwendung von teuren Schaumkernen. Das spart nicht nur Gewicht beim fertigen Bauteil sondern auch Herstellkosten.

Advantages:

Beside the generic advantage of the flexibility in shaping there is also the need of meeting your mechanical properties. *superTEX* offers a wide range like using biaxial or triaxial braids with braid angles in between $\pm 25^\circ$ and $\pm 55^\circ$. In case of triaxial braids you get the unidirectional fiber with 0° in addition. Individual layers can have individual braid angles in order to control the tension over the cross section which gives you the possibility to tailor each part according to its specific needs. While using all these advantages there is still no need to use expensive foam cores. This does not only lower the weight of your finished product it also saves a lot of money starting already in the prototype phase.





INDUSTRIAL DESIGN

Die gestalterische Freiheit, welche das *splineTEX*®-Verfahren bietet, eignet sich auch hervorragend für die Herstellung von Designelementen. Es ist aber nicht nur die Flexibilität der Formgebung, welche überzeugt, auch die Materialvielfalt eröffnet unendlich viele Variationen. Statt Kohlefaser können verschiedenste andere Fasern verarbeitet werden, unter anderem auch Naturfasern wie Hanf. Über die Einfärbung des Harzes können beliebige Farben erzeugt werden und die Einbindung von LEDs in das Bauteil erlaubt die Herstellung von beleuchteten Objekten.

The creative freedom offered by the *splineTEX*® process is also suitable for the production of design elements. Not only the flexibility of the forming convinces, the variety of materials opens up endless variations. A variety of other fibers can be processed instead of carbon fiber, even natural fibers such as hemp. Through the coloration of the resin, any color can be produced and the integration of LEDs in the component allows the production of illuminated objects.



superTEX table

Der *superTEX* table zeigt mit seinen fließenden Formen die Einsatzmöglichkeiten von *splineTEX*® im Möbeldesign. With its flowing shapes the *superTEX* table shows the possibilities of *splineTEX*® furniture design.



Loop Archilace

splineTEX® Strukturelemente bilden die tragende Struktur für die vom Studio Loop.pH designte Archilace im Kensington Palace in London. *splineTEX*® structural elements form the superstructure of the Archilace at Kensington Palace in London designed by studio Loop.pH.



Green Wall

Unsere Green Wall kombiniert die Verwendung von *splineTEX*® als tragende Struktur mit der Funktion als Leitungsrohr für die integrierten Nebeldüsen. Our Green Wall combines the use of *splineTEX*® as a supporting structure with the function as a conduit for the integrated spray nozzles.

splineTEX® lighting

Die Glasfaservariante von *splineTEX*®*edition* eignet sich ideal für beleuchtete Objekte durch die Integration von LED. Ebenso können die verschiedensten Farbeffekte durch das Einfärben des Harzes erzielt werden.

The fiberglass version of *splineTEX*®*edition* is ideal for illuminated objects with integrated LED. In addition, a variety of color effects can be achieved by coloring of the resin.



Tensegrity Structure

Die Möglichkeiten des modernen Leichtbaus zeigte die Tensegrity Struktur mit *splineTEX*®*flex* Elementen bei der Leichtbau-Ausstellung im BMW Museum.

The possibilities of modern lightweight construction were demonstrated by the tensegrity structure with *splineTEX*®*flex* elements at the lightweight exhibition at the BMW Museum.

