

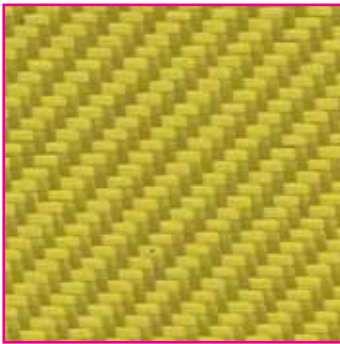


Verbundwerkstoffe



Im Handbuch für den HPV-Konstrukteur gibt es für den Hobbybauer eine gute Zusammenfassung der Thematik, die dem Bautagebuch der Rekordkarosse *Tomahawk* vorangestellt wird. Allen näher interessierten sei die im Anhang aufgeführte Fachliteratur empfohlen.

Verbundwerkstoffe bestehen aus zwei oder mehr deutlich voneinander abgrenzbaren und mechanisch trennbaren Phasen. Die Anordnung dieser Phasen zueinander lässt sich bei der Herstellung steuern, um ein gewünschtes Eigenschaftsprofil zu erzielen. Das Eigenschaftsprofil des neuen Werkstoffes ist denen der Einzelkomponenten deutlich überlegen.



Neben den Fasern besitzen die beschriebenen Faserverbundwerkstoffe immer eine Matrix aus Kunststoff geringerer Dichte, in der die Fasern (aber auch Keramik oder Metall) eingelegt werden und die die Fasern in Position hält. Die auf das Bauteil einwirkenden Kräfte werden durch den Verbund auf die Fasern verteilt und die Matrix schützt sie vor chemischen Einflüssen.

Werkstoffe sind:

Epoxydharze (Dichte $1,5 \text{ g/cm}^3$) sind fast geruchlos, enthalten keine Lösungsmittel und eignen sich auch als Klebstoff.

Ungesättigte Polyester (Dichte $1,07 - 1,2 \text{ g/cm}^3$) schwinden beim Aushärten um 3 - 8%. Dabei gast Styrol aus und verursacht eine starke Geruchsentwicklung. Meist werden sie für größere Bauteile wie z.B. Sportboote verwendet.

Thermoplaste lassen sich in einem bestimmten Temperaturbereich einfach verformen. Nach Abkühlung und Wiedererwärmung ist das beliebig oft wiederholbar, solange nicht eine Überhitzung stattfindet.

Glasfasern sind die am meisten verwendeten Fasern, sie haben gleichmäßig gute Eigenschaften, die aber nur mittlere Festigkeitswerte im Vergleich zu spezielleren Fasern erreichen. Die Eigenschaften sind in alle Richtungen nahezu gleich. Glas ist gegen Umwelteinflüsse sehr unempfindlich.



Aramidfasern (*Kevlar*, *Twaron*) haben eine besonders geringe Dichte, eine hohe Abriebfestigkeit, gute Schlagzähigkeit und nehmen im Schadenfall viel Energie auf, bevor sie langsam versagen. Sie können nur mit besonderen Scheren (mikroverzahnt oder Keramik) geschnitten werden und reagieren empfindlich auf UV-Strahlung. Da Aramidfasern viel Wasser aufnehmen (3,5%), sollten sie nicht in feuchter Umgebung verwendet werden (Boote). Die extreme Zugfestigkeit der Aramidfaser wird bei schußsicheren Westen verwendet. Voraussetzung ist allerdings, dass die Faser nach hinten ausweichen kann. In einer Kunstharzmatrix verliert die Faser diese Vorteile, so dass aramidfaserverstärkte Bauteile genauso in Stücke brechen können wie andere faserverstärkte auch.

Kohlefasern haben von allen Fasern die besten mechanischen Eigenschaften, besonders die Steifigkeit der Bauteile ist sehr hoch. Ein Problem ist aber ihre geringe Schlagzähigkeit. Im Schadenfall bricht das Bauteil plötzlich nach sehr geringer Verformung und bildet scharfe Kanten aus. Im Motorsport dürfen aus diesem Grund nur noch Kohlefaser/Aramid-Mischgewebe verwendet werden. Weil Kohlefasern elektrischen Strom leiten, können eingeklebte Bauteile aus unedleren Metallen (Aluminium) durch elektrochemische Korrosion angegriffen werden.

Fasern werden als Kurzfasern, Rovings (Faserbündel) oder Gewebe geliefert. Die von der Matrix gehaltenen Fasern werden nach der Belastung ausgerichtet. Aufgrund ihrer Form und Molekülstruktur haben Fasern quer zur Faserrichtung eine wesentlich geringere Festigkeit als längs dazu. Eine Abweichung der Kraft- richtung von der Faserrichtung um 10° führt zu einer Reduzierung der Zugfestigkeit um ein Drittel!

Rovings sind sehr lange Faserbündel aus unverbundenen Fasern. Da alle Fasern in die gleiche Richtung verlaufen (unidirektional), können sie optimal an die Belastung angepaßt werden. Rovings werden häufig auf einen Kern zu Rohren oder Behältern gewickelt oder als Zugverstärkung an Krafteinleitungspunkten eingelegt.

Es gibt drei verschiedene **Gewebetypen**, die sich in der Webart unterscheiden. Bei der „Leinwand“ (engl. „plain“) sind Längs- und Querfasern wechselweise verwoben. Beim „Köper“ (engl. „twill“) werden einige der Fasern übersprungen, beim „Atlas“ (engl. „satin“) dagegen mehrere.

Aramidgewebe

(110 g/m²)

Bindung: Köper

Breite: 100 cm

Dicke trocken: 0,26 mm

Fadenzahl/cm: 13 x 13

Einsatzgebiet: Flugzeugbau,
Sportgerätebau, Modellbau

Aramidgewebe

(170 g/m²)

Bindung: Köper

Breite: 100 cm

Dicke trocken: 0,38 mm

Fadenzahl/cm: 6,5 x 6,2

Einsatzgebiet: Flugzeugbau,
Sportgerätebau, Modellbau

Aramidgewebe

(61 g/m²)

Bindung: Leinwand

Breite: 100 cm

Dicke trocken: 0,13 mm

Fadenzahl/cm: 13,5 x 13,5

Einsatzgebiet: Flugzeugbau,
Sportgerätebau, Modellbau