

# Faserverbundwerkstoffe – der Weg in die automobilen Serienfertigung

**Ob in der Luft- und Raumfahrt, in der Medizintechnik, im Flugzeug-, Yacht- oder Automobilbau: Wenn Konstrukteure auf Leichtbau setzen, stoßen sie mit klassischen Metallwerkstoffen wie Stahl, Aluminium oder Titan schnell an Grenzen. Faserverstärkte Kunststoffe (FVK), besonders solche mit Kohlenstofffaserverstärkung (CFK), sind da gern genutzte Alternativen. CFK bieten von allen Werkstoffsystemen das höchste Leichtbaupotential: 25 % Gewicht lassen sich gegenüber Aluminium und 60 % gegenüber Stahl einsparen.**



Detail einer Flechtmaschine

Doch der Einsatz von CFK ist mehr als nur ein einfacher Materialersatz. Durch seine besonderen Eigenschaften erlaubt das Hightech-Material völlig neue Herangehensweisen in Design und Konstruktion. Neben außergewöhnlichen mechanischen Eigenschaften – der hohen Zugfestigkeit, Elastizität und Steifigkeit – sind es vor allem die Korrosions- und die Temperaturbeständigkeit, die CFK für viele Anwendungen so interessant machen.

## **Frei formbar, stark belastbar**

Faserverstärkte Kunststoffe bestehen aus Fasern, etwa aus Glas oder Kohlenstoff, die meist in mehreren Lagen als Verstärkung in eine Kunststoff-Matrix eingebettet werden. Die Eigenschaften und die Orientierung der Fasern bestimmen dabei die mechanischen Eigenschaften, die Matrix die Temperatur- und die Medienbeständigkeit. Da der Werkstoff praktisch erst während der Bauteilfertigung entsteht, ist die Handhabung sehr komplex: Das Zusammenspiel zwischen Faser, Matrix und Prozesstechnik bestimmt letztendlich über die Leistungsfähigkeit der

Struktur. Die Eigenschaften sind abhängig von der Faserorientierung und unterscheiden sich ganz grundsätzlich von denen der metallischen Werkstoffe – was neue Konstruktionsweisen ermöglicht. Dabei weisen die Verbundwerkstoffe keine plastische Verformung und nur eine geringe Bruchdehnung auf.

## Lange Tradition bei Spezialanwendungen

Im Flugzeugbau werden Verbundwerkstoffe schon seit vielen Jahren eingesetzt. Airbus etwa setzt schon seit den 70er Jahren auf CFK für Strukturbauteile. Erste Erfahrungen sammelte man zunächst mit dem Seitenleitwerk des A300. Zukünftige Flugzeuge, wie der A350, werden mit CFK-Rumpf und -Flügeln auf einen Faserverbundanteil von über 50 % kommen. In Fahrzeugbau und Motorsport haben Faserverbundwerkstoffe eine ähnlich lange Tradition. Einer der Vorreiter war Lotus. Dank konsequentem Einsatz von kunststoffummantelten Glasfasern schon in den 60er Jahren konnten die Fahrzeuge durch geringes Gewicht und überragendes Handling große Erfolge auch gegenüber viel höher motorisierten Konkurrenten erzielen. Die Leichtbau-Tradition wird von Ferrari, Lamborghini, Porsche und McLaren weitergeführt, allerdings kommen dafür heute ausschließlich Carbonfasern zum Einsatz.

## CFK-Fertigung automatisieren



Rovings (Faserstränge) und Gewebe.

Die Hauptmotivation für den Einsatz von CFK im Automobilbau besteht neben der Gewichtseinsparung im günstigen Verformungs- und Versagensverhalten (Schwingfestigkeit), in der geometrischen Gestaltungsfreiheit im Zusammenspiel mit einem hohen Integrationsgrad sowie der Korrosionsbeständigkeit. Die Verwendung für Großserien scheiterte bisher jedoch vor allem an den hohen Werkstoff- und Fertigungskosten. Das Ziel von Industrie und Forschung ist es deshalb, die bisher durch große manuelle Arbeitsanteile geprägte Fertigung zu automatisieren. Zudem muss die gesamte Entwicklungs- und Prozesskette auf die besonderen Belange der Faserverbundwerkstoffe ausgerichtet sein.

Der Einstieg in die Produktion mit CFK ist eine Herausforderung für die Automobilindustrie. Verschiedene Einstiegsszenarien sind denkbar. So macht es die Hybridisierung von Metall und CFK auf Struktur- oder Bauteilebene möglich, neues Wissen aufzubauen und bestehendes Know-how weiterzunutzen. Die Hybridvarianten ermöglichen zudem die optimale Nutzung der Eigenschaften von Metallen und Kunststoffen. Die Fertigung von Komplett-CFK-Karosserien bietet zwar das höchste Leichtbaupotential, birgt aber auch das höchste wirtschaftliche wie technische Risiko. Ziel muss es in jedem Fall sein, faserverbundgerechte Bauweisen und Konstruktionen zu entwickeln, die preiswerte und qualitativ hochwertige Serienproduktionen ermöglichen. Mit Black-Metal-Design – also dem reinen Nachahmen der Metallbauweise – kann man die Möglichkeiten der Verbundwerkstoffe hinsichtlich Formgebung und Leichtbau nicht ausnutzen. Wegen des hohen Material- und Geldeinsatzes ist diese Fertigungsvariante auch wirtschaftlich nicht effizient.



LCC-Mitarbeiter beim Gewebezuschnitt.

Vielversprechende Ansätze gibt es im Flugzeugbau. Hier ist die verstärkte Automatisierung seit Jahren Thema, weil der Kostendruck steigt und die Stückzahlen zunehmen. Hier kommen zum Beispiel sogenannte Tape-Legeroboter zum Einsatz, mit denen Fasermatten automatisiert verlegt werden können. Die Maschinen arbeiten nicht nur schneller als Menschen, sie haben auch eine größere Reichweite – was für die Fertigung von Großbauteilen für Rumpf- und Flügelstrukturen wichtig ist.

Anleihen aus der Textiltechnik In der Werkstofffertigung bedient man sich heute erfolgreich Verfahren, die aus der Textiltechnik bekannt sind, wie Weben und Flechten. In Verbindung mit Harzinjektionsverfahren ergibt sich ein hoher Automatisierungsgrad und die Möglichkeit, Vorformlinge (Preforms) als Halbzeuge zu fertigen. Werden die Fasern dabei nicht nur in der Ebene orientiert, so spricht man von Multiaxialgelegen. Mit Multiaxialgelegen für flächige Strukturen, Geflechtem für Profile und Gesticken für lokale Verstärkungen stehen gleich mehrere Methoden zur Gestaltung komplexer Bauteile zur Verfügung. Eine dreidimensionale Faserverstärkung führt zu mehr Stabilität sowie hoher struktureller Integrität bei Schlagbeanspruchung. Bei allen Fertigungsverfahren kommt Low-Cost-Carbonfasern mit relativ hohem Gewicht große Bedeutung zu. Diese sind zum einen preiswerter, zum anderen sind sie einfach sicherer zu verarbeiten als leichtere, feinere Fasern. Damit man dennoch gute mechanische Eigenschaften erzielt, muss die Verarbeitung der Faserbündel im textilen Fertigungsprozess fehlerfrei ablaufen.

## Gebündelte Kompetenz



In der Flechtmaschine: Rohr für Flechtfaserräder „BRAID Bikes“, entwickelt von der TU München.

Forschung und Entwicklung rund um das Thema CFK finden in Deutschland etwa im Rahmen des BMBF-Spitzenclusters MAI-Carbon statt. Firmen wie Audi, BMW, EADS, SGL und Voith bündeln ihre vorwettbewerblichen Aktivitäten und kooperieren eng mit der TU München, der Universität Augsburg und anderen Forschungseinrichtungen. Ein wichtiges Ziel ist hierbei auch die Aus- und Weiterbildung. Durch eine konsequente Umsetzung der Forschungs- und Entwicklungs-Ergebnisse in die industrielle Fertigung ist der Einsatz von CFK in der Großserienfertigung von Fahrzeugen in greifbare Nähe gerückt.