



Federleicht der Zeit voraus

Hydraulik-Bauteile aus Karbonfaser Auf der Hannover Messe 2015 hat Hänchen erstmals Konstruktionselemente aus hybridem Kohlefaserverbundstoff (H-CFK) vorgestellt. Diese haben gleich mehrere Vorteile: Sie sind wesentlich leichter als Kolbenstangen aus Stahl und zudem korrosions- und temperaturbeständig. Während der Maschinenbau noch verhalten auf den neuen Werkstoff reagiert, haben andere Branchen die Vorteile bereits erkannt und nutzen sie.

VON DORIS BECK

Flugzeuge des Typs Airbus A380 oder der Boeing 787 Dreamliner sind bereits in Teilen aus Kohlenstofffasern gebaut. Diese Maschinen fliegen, und der Werkstoff hat damit seine Industrie-tauglichkeit unter Beweis gestellt.

Seit mehr als zwei Jahren fertigt Hänchen Zylinderrohre und Kolbenstangen aus dem selbst entwickelten Werkstoff H-CFK nach einem ebenfalls selbst entwickelten Verfahren. Mittlerweile erreichen das Maschinenbauunternehmen Anfragen aus verschiedenen Branchen. Die Lebensmittelindustrie beispielsweise beliefert Hänchen bereits mit Handlungstangen aus dem Leichtbaumaterial.

Der Vorteil von Karbonfaser gegenüber anderen Leichtbaumaterialien ist, dass sie bei sehr geringem Gewicht besonders fest und steif ist. Karbonfaser-verstärkter Kunststoff (CFK) ist ein anisotroper Werkstoff. Das bedeutet, dass Festigkeit und Steifigkeit in Faser-richtung wesentlich höher sind als quer dazu. Deshalb hat Hänchen eine eigene Wickeltechnik konzipiert: Die Fasern werden in einem Epoxidharz getränkt und in verschiedenen Richtungen um einen Metallkern gelegt. Dieser sogenannte Laminataufbau entscheidet später darüber, welchen Belastungen beispielsweise durch Zug, Druck, Biegung,

Scherung oder Torsion das Bauteil standhalten wird.

Metallgewinde im Karbon übertragen die Kräfte

Die Eigenschaften eines Bauteils aus Stahl, einem isotropen Werkstoff, lassen sich nicht 1:1 auf die eines H-CFK-Teils übertragen. »Das ist Segen und Fluch zugleich«, stellt Klaus Wagner, Entwicklungsleiter bei Hänchen, fest: »Karbonstangen können wir nicht nur genauer an die Auslegung des Kunden anpassen – wir müssen sogar.« Sind Belastungen in verschiedene Richtungen gefragt, müssen mehr Lagen Karbonfaser gewickelt

www.hanser-konstruktion.de Nicht zur Verwendung in Internet- und Internet-Angeboten sowie elektronischen Verteilern © 2017 Carl Hanser Verlag, München



Sarah Bässler und Klaus Wagner demonstrieren die Temperaturbeständigkeit des hybriden Karbonfaserwerkstoffs.

(© Carl Hanser Verlag)

werden und das Bauteil wird möglicherweise größer als eines aus Stahl, das dieselbe Belastung aufnimmt.

Allerdings ist es anders herum auch denkbar, dass ein Karbonbauteil kleiner ausfällt als sein Stahl-Pendant. Wenn beispielsweise nur Druckbeständigkeit gefragt ist, können auch Wickellagen eingespart werden.

Wesentlich für die Konstruktion der Stangen sind die mechanischen Belastungen wie Kräfte, Momente, Biegungen, Scherspannungen etc. »Stahl ist dank seines isotropen Aufbaus wesentlich genügsamer in der Auslegung als CFK«, erklärt Wagner. »Den Begriff der Vergleichsspannung aus dem Stahlbereich gibt es bei Karbon in der Form

nicht.« Jede einzelne Belastungsrichtung wird getrennt betrachtet.

Simulation zeigt: keine Alterungserscheinungen

Bislang reagiert der Maschinenbau noch eher verhalten auf den neuen Werkstoff. Zum einen gibt es nach wie vor Vorurteile gegenüber CFK, zum anderen sind die Eigenschaften noch zu wenig bekannt. Das Wissen gelangt erst nach und nach an die Universitäten. Hänchen selbst hat sich die passende Werkstoffdatenbank über zahlreiche Versuche erarbeitet. »Manche halten CFK eben immer noch für Plastik«, so Sarah Bässler, Marketingleiterin bei Hänchen. Ein Maschinenbauunternehmen kann mit einer reinen »

WERKSTOFF H-CFK

Leichte und sparsame Konstruktionselemente

Bis zu 24 000 Einzelfasern, jede einzelne mit 5 bis 10 µm sechsmal feiner als ein menschliches Haar. In Kunstharz gebettet und richtig gelegt lassen sich aus diesem Grundwerkstoff Zylinderrohre und Kolbenstangen fertigen, die



bis zu 80 Prozent leichter sind als ihre Pendants aus Stahl und im besten Fall nur halb so viel Energie verbrauchen wie diese.

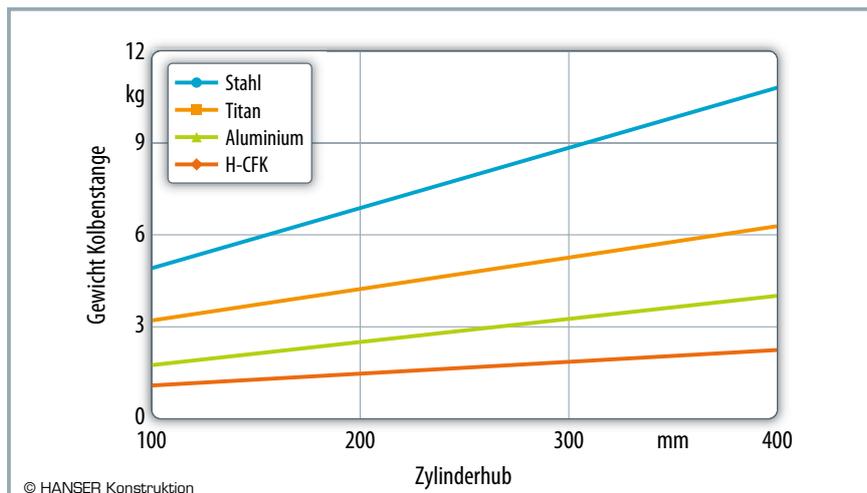
Karbon-Metall-Verbindung

Die Festigkeit und Biegesteifigkeit der Bauteile hängt von den verwendeten Fasern ab, vom Kunstharz (Matrix genannt) und vom CFK-Laminat, also davon, wie die Fasern schließlich gelegt werden. Das Hänchen-Wickelverfahren platziert die Kohlestofffasern exakt in der Richtung, in der sie benötigt werden. Das wiederum hängt von der

jeweiligen Anwendung ab und wird von Fall zu Fall kundenspezifisch designt. Krafteinleitende Elemente aus Metall wie Gewindeenden oder Gewinderinge werden fest in die Karbon-Grundstruktur eingebunden, sodass die hoch belasteten Verbindungsstellen Kraft sicher übertragen.

Auf das fertig gewickelte Bauteil wird abschließend noch eine spezielle Oberfläche aufgebracht, die hohem hydraulischen Druck standhält und einen reibungs- und verschleißarmen Dichtungs- lauf ermöglicht.

Vergleich des Gewichts von Stangen aus verschiedenen Werkstoffen am Beispiel einer Kolbenstange von 40mm Durchmesser



Karbonstange nicht viel anfangen – es fehlt das Gewinde, um das Bauteil zu montieren. Hänchen hat daher den Fokus der Entwicklungsarbeit unter anderem auf die Verbindung von Karbon- und Metallteilen gelegt. Die Gewinde werden nach wie vor aus Metall gefertigt und so in das Karbon eingebunden, dass sie die Kräfte übertragen können.

H-CFK widersteht Korrosion und Temperaturschwankungen

Ist das Gewicht ein entscheidender Faktor, können diese Metallteile aus Aluminium gefertigt werden. Da Bauteile aus H-CFK erst seit zwei Jahren auf dem Markt sind, fehlen zwar Erfahrungen mit klassischer Alterung. »Das ist für unsere Kunden jedoch gar nicht so wichtig«, erklärt Klaus Wagner. »Viel ent-

scheidender sind die technologischen Einflüsse wie Steinschlag, Salznebel oder Chemikalien – und die können wir simulieren.« Dabei hat sich gezeigt, dass H-CFK wesentlich korrosionsbeständiger ist als Stahl. Es rostet nicht und ist darum beispielsweise für Anwendungen auf See besser geeignet als herkömmliche Materialien.

Auch auf Temperaturschwankungen reagiert CFK gelassen: Die Bauteile dehnen sich bei Wärme nicht aus. Insbesondere für Messtechnik-Anwendungen ist die Temperaturbeständigkeit von H-CFK-Bauteilen relevant. Ein Sensor, der auf einem Metallstab platziert ist, gibt womöglich bei wechselnder Umgebungstemperatur fehlerhafte Werte an, weil das Metall sich verändert. Das ist bei H-CFK nicht der Fall. Aktuell entwickelt Hänchen beispielsweise Karbonteile für das Stativ eines wissenschaftlichen Teleskops, bei dem es auf hochpräzise Messungen ankommt. Die Grenze der Temperaturbeständigkeit ist allerdings bei 80 °C erreicht. Bei einer höheren Umgebungstemperatur verändern sich die Eigenschaften der Matrix, und das Harz kann weich werden.

Verschleißfeste Oberfläche hält dicht

Neben dem Laminataufbau und der Einbindung von Metallteilen ist es die verschleißfeste Oberfläche, die besonderes Know-how erfordert. Ohne die spezielle Beschichtung wären die Bauteile nicht so druck- und flüssigkeitsdicht, wie es für Hydraulikanwendungen erforderlich ist. Die Medien der Umgebung würden

langsam in die Rohre diffundieren. Darum wird eine Oberfläche aus Spezialharz auf das fertig gewickelte Bauteil aufgetragen. Diese kann nachbearbeitet und gehont werden und hat am Ende die gleichen Eigenschaften wie ein Metallteil. Bis der Fertigungsprozess dafür entwickelt war, war es jedoch ein langer Weg, berichtet Sarah Bässler: »Wir haben über ein Jahr gebraucht, bis das Verfahren prozesssicher war.« Entsprechend gut wird nun das Geheimnis gewahrt, wie die Oberfläche zustande kommt: »Magic!«, lächelt Klaus Wagner auf die Frage augenzwinkernd.

Nach runden Bauteilen aus H-CFK wie Kolbenstangen und Zylinderrohren erforscht Hänchen momentan die Vorteile des Werkstoffs für die Dichtungstechnik. »Die Entwicklung geht ständig weiter«, so Wagner. »Jeder Kunde hat andere Anforderungen, und mit jedem Projekt lernen wir dazu, insbesondere im Bereich der Fertigungsprozesse.« ■

SERVICE & INFORMATIONEN

Herbert Hänchen GmbH & Co. KG,
Ostfildern
Tel. + 49 711 44139-0
www.haenchen.de

Beitrag als PDF: Dokumentennummer 3970935



Der Vergleich zeigt: Bauteile aus H-CFK sind im Gegensatz zu solchen aus Stahl rostfrei (© Herbert Hänchen GmbH)

DIE AUTORIN

Doris Beck ist Redakteurin bei HANSEER Konstruktion.