

Die unerhörte Leichtigkeit der Kolbenstange

Zylinderrohr und Kolbenstange bestehen aus carbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK). Wenn die Dichtungslaufläche Kreuzschliff und eine Rauheit Rz 0,8 aufweisen, passt das schon. Den Entwicklern von Hänchen ist mit den neuen Werkstoff-Verbund etwas ganz besonderes gelungen: „Wir wollen den Zylinderbau revolutionieren“, sagt Unternehmenschef Herbert Hänchen. Je nachdem: Damit lässt sich die Antriebsleistung deutlich reduzieren oder die jeweilige Hydraulik-Komponente bei gleicher Leistungsfähigkeit stark verkleinern. **JÖRG BEYER**

➤ Der neue Werkstoff ist ein hoch belastbarer Verbund aus Carbon und anderen Komponenten. Es gibt vier Unterschiede zu herkömmlichen Verbänden. Erstens: die Beschaffenheit der Gleitflächen, zweitens: das neu entwickelte Verfahren zum Aufbau des Verbunds, drittens: die hochfeste Verbindung von Metall und CFK und viertens: die sehr hohe Präzision der so erzeugten Werkstücke.

Daraus entstehen Hydraulikzylinder, die bis zu 80 % leichter, besonders biege- steif, dehnungsarm, korrosionsbeständig und amagnetisch sind und um bis zu 50 % energieeffizienter. Sie eignen sich für mobile oder stationäre Applikationen eben-

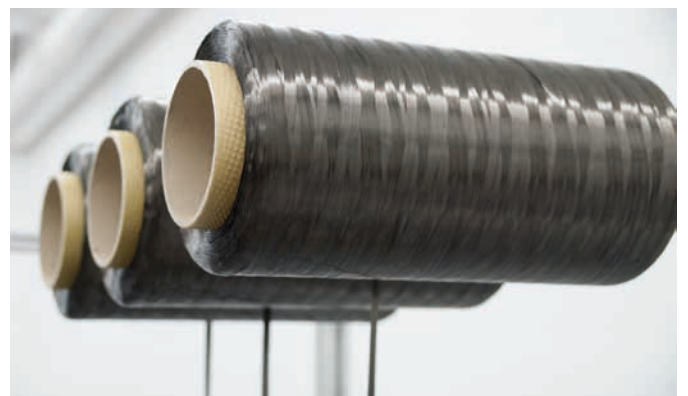
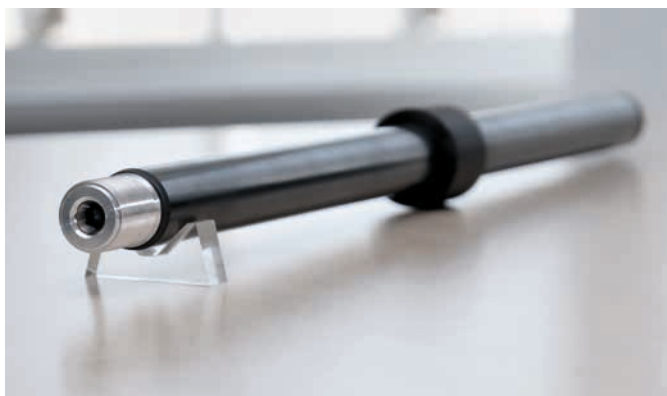
so wie für Testanwendungen und andere Aufgaben.

CFK im Maschinenbau Auch im Maschinenbau gewinnen carbonfaserverstärkte Kunststoffe langsam an Bedeutung, während sie in der Luft- und Raumfahrt bereits unverzichtbar sind. Mit H-CFK hat Hänchen wesentliche Hindernisse überwunden, die bisher dem Einsatz von Kohlefasern nicht nur in Hydraulikzylindern Grenzen gesetzt haben. Dazu zählen auch wirtschaftliche Überlegungen, insbesondere beim Einsatz im Sondermaschinenbau, bei Einzelstückzahlen und Kleinserien. In vier Jahren intensiver Forschungs- und Entwicklungsarbeit haben

▲ ◀ Hydraulikzylinder mit Kolbenstangen aus H-CFK bieten sich an, wenn bei gleicher Leistung Energie eingespart oder in hochdynamischen Anwendungsfällen eine höhere Beschleunigung erzielt werden soll: Je nach Einsatzfall lässt sich die Antriebsleistung deutlich reduzieren oder die jeweilige Hydraulik-Komponente bei gleicher Leistungsfähigkeit stark verkleinern.

▼ Der Grundstoff: Fadenspule mit Carbon

die Ingenieure im Haus Hänchen Konstruktions- und Fertigungsverfahren erarbeitet, mit denen Bauteile wie Leichtbau-Kolbenstangen und -Zylinderrohre und somit auch ganze Zylinder aus H-CFK hergestellt werden können. Die Bauteile haben gleichen Fähig-



keiten wie solche aus Stahl und haben darüber hinaus geringere maximale Dehnungskoeffizienten im Vergleich zu herkömmlichen Produkten.

Gerade der Vergleich zeigt die Stärken des neuen Werkstoffs: Stahl hat eine Zugfestigkeit von 1 000 N/mm², die Carbonfaser von 5 000 N/mm². Dieser Unterschied lässt sich zwar nicht linear auf die entsprechenden Bauteile übertragen, zeigt aber die Stärken dieser Fasern. Und während das eher weiche, weniger belastbare Aluminium ein Drittel des Gewichts von Stahl aufweist, hat CFK nur 20 % bis 25 % dieses Gewichts. Bei der Steifigkeit bietet der neue Werkstoff den Vorteil, dass er sich durch unterschiedliche Anordnung des Faserverlaufs für die jeweiligen Anforderungen designen lässt. Für einen besonders belastbaren Verbund aus präzise angeordneten Fasern und der sie umgebenden Matrix aus Kunststoff wurden sowohl neue Materialpaarungen der Grundwerkstoffe als auch eine innovative Materialanordnung entwickelt, die in einer speziellen 7-Achs-Maschine in innovativer Weise aufgebaut wird. Dies geschieht in einem Prozess, der auch in der Einzelstückfertigung wirtschaftlich einsetzbar ist.

Hochpräzise Lauffläche der H-CFK Bauteile

Dabei gelten natürlich die Maßstäbe für höchste Qualität: Die äußerst harten Gleitflächen von Zylinderrohr und Kolbenstange aus Spezial-Kunststoff übernehmen die Rolle der bei herkömmlichen Stangen und Rohren verwendeten Chromschicht, da sie als Gegenlauffläche für Dichtungen dienen. Sie müssen außerdem sehr präzise sein und hohem hydraulischen Druck standhalten. Herausfordernd ist in diesem Zusammenhang, dass Verbund-Werkstoffe aus CFK zwar wie Metalle mechanisch etwa durch Drehen, Fräsen oder Bohren bearbeitet werden können, dabei sollte die Fertigung aber alle Unterbrechungen der Faser vermeiden, da diese die Festigkeit des Werkstücks schwächen.

Diese Rahmenbedingungen forderten die Entwicklung einer geeigneten Oberfläche, die eine Feinbearbeitung durch Honen zulässt, um den für Produkte von Hänchen typischen Kreuzschliff mit einer Rauigkeit von Rz=0,8 zu ermöglichen. Diese Schicht wird im Rahmen der Fertigung bei Hänchen in den Verbund mit eingebracht und ist somit ein fester Teil von H-CFK. Somit werden die Bauteile innerhalb eines Produktionsprozesses einschließlich der benötigten Laufflächen hergestellt. Dieser Aufbau erlaubt eine besonders hochwertige mechanische Endbearbeitung der Oberfläche, die eine harte, nachbearbeitbare Gleitfläche für höchste

Qualitätsanforderungen sicherstellt. Sie ist 100 % korrosionsfrei und deshalb auch für Flugrost unempfindlich, der verchromte Stangen angreifen kann. All dies stellt einen reibungs- und verschleißarmen, optimalen Dichtungslauf sicher. Zusätzlich wird durch diese Laufflächen-Technologie im Werkstoff-Verbund eine entsprechende Verschleißschicht aufgebracht. Sie ermöglicht den Einsatz aller Dichtungskombinationen von Hänchen. Das gilt für Standard-Dichtungen ebenso wie für die Ausführung Servofloat mit Ringspaltichtung oder das hydrostatische Lager Servobear.

Hochfeste Verbindung zwischen Metall und Carbon

Der Fertigungsprozess erlaubt zudem eine hochfeste Verbindung zwischen Gewinde, Verschluss und anderen Anschlussteilen aus Metall und dem aus Carbon designten Bauteil, das nicht nur auf Rundausführungen beschränkt ist. Denn der Leichtbauwerkstoff hat viele Vorteile, doch als krafteinleitende Elemente eignen sich metallische Bauteile besser. Konventionell geklebte Verbindungen halten den hohen Belastungen beispielsweise der Hydraulik nicht stand und kommen deshalb nicht in Frage. Die besondere Wickeltechnologie von Hänchen macht es möglich, metallische Objekte wie Gewindeenden oder Ringe mit Gewinden zum Anbau von Befestigungselementen fest einzubinden. Dabei entsprechen Präzisionsmaßstäbe wie Rundheit oder Passgenauigkeit den Qualitätsansprüchen von Hänchen. So vereint H-CFK die Vorteile von reinem Carbon und Metall in innovativer Weise.

Einsatz von H-CFK Hydraulikzylindern

Unter diesen Voraussetzungen bietet das Traditionsunternehmen aus Ostfildern bei Stuttgart Hydraulikzylinder in Kleinstückzahlen, deren Kolbenstangen und Zylinderrohre aus H-CFK bestehen. Sie reduzieren im mobilen und stationären Leichtbau das Gewicht drastisch und erlauben korrosionsfreie oder amagnetische Konstruktionen. Mit einem Kolbendurchmesser bis 200 mm, einem Hub bis 1 500 mm, Kräften bis 400 kN und einem Temperaturbereich von -40 °C bis 80 °C lassen sich in Fahrzeugen, mobilen und stationären Anwendungen, im Offshore- und Offroad-Bereich vielfältige neue Lösungen verwirklichen. Die Präzision entspricht dabei der ISO-Qualität 7, die Stange erfüllt f7, das Rohr H7. Die Zylinderrohre aus H-CFK erlauben den Einsatz von Drücken bis 700 bar und höher, denen bisher nur äußerst aufwändige und schwere Spezialkonstruktionen standhielten.