

Entwickeln Prototypen für
Werkzeugmaschinen der
Zukunft: Professor Schürmann
(Mitte) und sein Team.

Die neue Leichtigkeit

Kunststoff, mit Kohlenfasern verstärkt, birgt immenses Potenzial – auch für den Werkzeugmaschinenbau. Am Fachgebiet Konstruktiver Leichtbau und Bauweisen wird der Werkstoff erforscht.

Von Jutta Witte

Wie eine schwarze Paketschnur sieht das Material aus, das auf Spulen gewickelt auf seinen Einsatz im Maschinenbau wartet. Ein „Faden“ besteht aus 12.000 einzelnen Kohlenstofffasern. Jede von ihnen ist mit einem Durchmesser von 7 µm zehnmal so dünn wie ein menschliches Haar. Dieser Faden wickelt sich nun langsam ab, wird gespannt, mit Kunstharz durchtränkt und auf ein Rohr aus geschliffenem Stahl gewickelt. Ist dieser Prozess abgeschlossen und das Material ausgehärtet, gibt das erhitzte Rohr, der so genannte Kern, die Basis einer Spindelwelle für die Weiterbearbeitung frei. Bis auf das Rotorpaket wird sie vollständig aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK) bestehen und bei gleicher Steifigkeit mit einem Gewicht von rund vier Kilo um drei Viertel leichter sein als vergleichbare Bauteile aus Stahl und 70 Prozent weniger Energie bei der Beschleunigung verbrauchen.

„Die Motorspindel ist das Herzstück einer modernen Werkzeugmaschine“, erklärt Martin Klimach, wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet Konstruktiver Leichtbau und Bauweisen der TU Darmstadt (KLuB). „Sie muss schnell beschleunigen können und dennoch präzise arbeiten. Je leichter diese Komponente ist, umso effizienter und zuverlässiger wird das ganze System.“ Drei Jahre haben die Wissenschaftler im Rahmen des Verbundprojekts „Energie MSP – Energiebedarfsoptimierte Motorspindel und angepasster elektrischer Antriebsstrang“ geforscht, bis der Prototyp der CFK-Spindelwelle stand.

Für Professor Helmut Schürmann, Leiter des Fachgebiets KLuB, hat sein Forscherteam damit einen „historischen Fortschritt“ auf dem Gebiet der Motorspindeln erreicht.

„CFK ist ein noch junger Werkstoff, dessen Eigenschaften und Verhalten wir gerade erst genau kennen lernen“, betont Schürmann. So sind Kohlenstofffasern nicht nur deutlich leichter, sondern auch deutlich steifer als Stahl, das heißt, sie verformen sich bei den hohen Drehzahlen, die zum Beispiel eine Fräsmaschine aufbringen muss, nur geringfügig. „Es gibt Fasern, die in der Längsrichtung fast so steif und fest wie eine Diamantstruktur sind“, sagt der Experte. Die Kunst ist es nun, sie so auszurichten, dass sich die für den Einsatz in einer Werkzeugmaschine notwendigen Bauteileigenschaften ergeben. Um die nötige Steifigkeit zu erreichen und zugleich die thermische Ausdehnung zu minimieren, empfiehlt es sich zum Beispiel, den Winkel der Fasern zur Spindelachse von Schicht zu Schicht zwischen neun und 45 Grad zu wechseln.

Eine weitere technische Herausforderung für die Konstrukteure sind die mechanischen Schnittstellen zu anderen Komponenten der Spindelwelle. Bislang werden hierfür Anschlussstücke aus Metall aufgeklebt, die aber das Gewicht erhöhen. Die Wissenschaftler haben nun neue Methoden entwickelt, die auch an diesen Stellen komplett auf Metall verzichten, um so zum Beispiel die Wälzlager direkt auf der geschliffenen CFK-Oberfläche platzieren zu können.

Einer Komponente nach der anderen widmen sich die Forscher, entwickeln und bauen Prototypen, erproben sie in der Praxis und behalten dabei immer die ganze Maschine im Blick. „Das ist ein evolutionärer Prozess. Wir können hier keine Revolution erwarten“, erklärt Andreas Landmann, wissenschaftlicher Mitarbeiter am KLuB. Ihm ist es gelungen, eine Werkzeugmaschinentür zu

entwickeln, die 80 Prozent leichter ist als eine herkömmliche sowie einen Schwenkarm, der 65 Prozent weniger Gewicht auf die Waage bringt als die klassische Variante aus Stahl. Als nächstes will er einen CFK-Portalträger konstruieren – das größte bewegliche Strukturbauteil einer solchen Werkzeugmaschine.

„Kohlenstofffasern gehört die Zukunft“, ist auch Professor Eberhard Abele überzeugt, dessen Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen (PTW) als Kooperationspartner an „EnergieMSP“ beteiligt ist. Dies könne sich auch der mittelständisch geprägte Werkzeugmaschinenbau in Deutschland zunutze machen, glaubt der Experte. Der neue Werkstoff bietet der hiesigen Industrie Chancen, sich angesichts der erstarkenden Konkurrenz aus Asien auf dem Weltmarkt nachhaltig zu behaupten.

„Wenn wir mit konventionellen Methoden weiter arbeiten, können wir auf dem globalen Werkzeugmaschinenmarkt nicht bestehen“, warnt Abele. „Deswegen müssen wir mit neuen Technologien punkten.“

Doch CFK ist in der Branche noch kaum eingeführt und erfordert neue Methoden auch in der Weiterverarbeitung der

Komponenten, die nicht verschweißt werden können, sondern geklebt, genietet oder durch Presssitze verbunden werden müssen. Deswegen ist das primäre Ziel der Wissenschaftler, derzeit mit Projekten wie „CFK in WZM“ Vertrauen aufzubauen. Den Prototypen einer CFK-Spindelwelle haben Schürmann und sein Team mittlerweile der Öffentlichkeit vorgestellt. Auch die Prototypen der von Andreas Landmann entwickelten CFK-Bauteile sind bereits an die Partnerunternehmen ausgeliefert.

Um Akzeptanz zu schaffen ist es allerdings auch wichtig, den Kosten-Nutzen-Aspekt im Auge zu behalten. Denn die Herstellung von Kohlenstofffasern, die derzeit noch auf Erdöl



Abbildung: Katrin Binner

Das Verbundprojekt „EnergieMSP“

- Projekt „Energiebedarfsoptimierte Motorspindel und angepasster elektrischer Antriebsstrang“
- Laufzeit: Juli 2009 bis Ende 2012
- Förderung: im Rahmen des Themenfeldes „Energieeffizienz in der Produktion“ und des dazu gehörigen Forschungsprogramms des Bundesministeriums für Bildung und Wissenschaft „Forschung für die Produktion von morgen“
- Konsortialführung: Franz Kessler GmbH
- Forschungspartner: Fachgebiet Konstruktiver Leichtbau und Bauweisen (KLuB) sowie Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen (PTW), beide TU Darmstadt
- Konsortialpartner: Franz Kessler GmbH, Schaeffler Technologie AG, OTT-Jakob Spanntechnik GmbH, MAPAL Dr. Kress KG, Mecatronix AG, ARADEX AG
- 3 Patentanmeldungen seitens KLuB: „Integral gewickelte Motorblechung in CFK-Spindeln zur Steigerung der magnetischen Leitfähigkeit von FKV-Wellen“, „Hochbelastbare Gewinde für FKV-Welle“ und „FKV-Spannsystem“
- Folgeprojekt in der Grundlagenforschung: „Gewinde und Absätze in CFK-Wellen“, gefördert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG)

basiert, ist teuer, ein wirtschaftlicher Einsatz des Werkstoffes bislang nur in wenigen Fällen möglich. Im Wettbewerb der Werkstoffe schlägt man Stahl nicht ohne weiteres, räumen die Experten ein. Nach seiner Einschätzung gebe es noch viele, sehr individuelle Fragen auf dem Gebiet der CFK-Forschung zu beantworten, betont Schürmann. „Was wir brauchen, sind sehr, sehr gute konstruktive Lösungen.“

Die Autorin ist Wissenschaftsjournalistin und promovierte Historikerin.

Informationen

Fachbereich Maschinenbau
Konstruktiver Leichtbau und Bauweisen
Prof. Dr.-Ing Helmut Schürmann
Otto-Berndt-Straße 2
64287 Darmstadt
Telefon: 06151/16-2160
E-Mail: sekretariat@klub.tu-darmstadt.de
www.klub.tu-darmstadt.de