



Bild: F. Zimmermann

Kombinierte Staubabsaugung

Bei der Portalfräsmaschine des Herstellers F. Zimmermann GmbH, Denkendorf, wird der CFK-Staub mit einer Kombination aus werkzeugnaher Absaugung und Raumabsaugung erfasst. Anschließend werden Abluft und Staub in einer Zentralanlage getrennt.

CFK-Zerspanung Absaugproblematik drängt zum Handeln

Bei der CFK-Zerspanung in Werkzeugmaschinen lässt sich das hohe Schädigungspotenzial von CFK-Staub nur im Verbund zweier unterschiedlicher Absaugsysteme in den Griff bekommen. Positive Ergebnisse gibt es bereits. Dem Optimum ist man nun ein Stück näher gekommen.

ANDREAS GEBHARDT, MARCO SCHNEIDER UND JAKOB HANDTE

Auch wenn bei CFK-Bauteilen heute eine endkonturnahe Formgebung angestrebt wird, ist eine mechanische Endbearbeitung meist unumgänglich. Sie umfasst das Besäumen der Werkstückkanten, die Bearbeitung von Fügestellen und das Einbringen von Aussparungen, Bohrungen und Langlöchern. Dafür werden hauptsächlich spanende Verfahren eingesetzt, die überwiegend trocken ablau-

fen. Nur bei etwa einem Fünftel der CFK-Bearbeitungsprozesse werden Werkstück und Werkzeug durch Minimalmengenschmierung (MMS) oder durch Überflutung gekühlt.

Partikelgrößenverteilung ist prozessabhängig

Bei der Trockenbearbeitung von CFK entstehen überwiegend feinste Stäube, die sich aus Faserbruchstücken und Matrixpartikeln

zusammensetzen. Vor allem bei den Bearbeitungsverfahren Fräsen und Sägen zeigt die Spangutanalyse hohe Anteile kleinster Staubpartikel im Mikrometerbereich. Beim Bohren ist im Vergleich dazu mit einer gleichmäßigeren Partikelverteilung zu rechnen, sodass hauptsächlich Partikel im Bereich einiger Zehntel- bis Hundertstelmillimetern Durchmesser entstehen.

Diese Partikel werden bei den Verfahren Fräsen, Schleifen, Drehen und Sägen mit

annähernd Schnittgeschwindigkeit aus dem Kontaktbereich von Werkzeug und Werkstück geschleudert. Sie bilden einen mehr oder weniger aufgefächerten Partikelstrahl. Die Ausbildung dieses Strahls ist dabei stark von der Werkzeuggeometrie und der Schnittgeschwindigkeit abhängig. Bei der CFK-Bearbeitung liegt die Schnittgeschwindigkeit mit 200 bis 1000 m/min über dem Wert der Metallbearbeitung, jedoch deutlich unter den Größen, die in der Holzbearbeitung üblich sind. Dort spielt das Erfassen der Spänestrahlen eine wichtige Rolle für die Prozesssicherheit.

Bei der Bearbeitung von faserverstärkten Kunststoffen (FVK) stellt die Entsorgung des Spanguts eine große Herausforderung dar, weil die feinen Stäube die Gesundheit des Maschinenbedieners, die Funktionalität der Maschine und die Bearbeitungsqualität des Werkstücks gefährden. Als heterogenes Gemisch mit Luft (sogenanntes Staubaerosol) können die Stäube von der Lunge aufgenommen werden. Eine chemische oder molekulare Toxizität der bei der CFK-Bearbeitung entstehenden Stäube ist bisher nicht nachgewiesen. Jedoch wurden die in CFK-Stäuben enthaltenen splitterförmigen Faserbruchstücke als Fasern mit kritischen Abmessungen identifiziert. Diese durch die World Health Organisation (WHO) festgelegte Definition bezeichnet Fasern, die aufgrund ihrer mechanischen Einwirkung auf das Lungengewebe besonders kritisch anzusehen sind.

Leitfähigkeit für Schaltschrank und Motoren problematisch

Aufgrund der elektrischen Leitfähigkeit der Kohlenstofffasern können CFK-Stäube große Schäden an elektrischen Bauteilen erzeugen. Bei Werkzeugmaschinen betrifft dies vor allen Schaltschränke und Motoren. Zudem beschleunigt die extreme Härte der Kohlenstofffaserpartikel stark den Verschleiß von Führungen und Lagern, falls diese unzureichend gekapselt sind. Darüber hinaus können im Umkreis der Kontaktstelle von Werkzeug und Werkstück Schädigungen an der Werkstückoberfläche durch abrasiven Materialabtrag auftreten. Diese Gefahr besteht auch für Komponenten des

Dipl.-Ing. Andreas Gebhardt ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Leichtbautechnologien des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA in Stuttgart. Dr.-Ing. Marco Schneider leitet die Abteilung. Dr.-Ing. Jakob Handte ist Geschäftsführer der Handte Umwelttechnik GmbH in Tuttlingen. Weitere Informationen: Andreas Gebhardt, Fraunhofer-IPA, 70174 Stuttgart, Tel. (07 11) 9 70-15 38, andreas.gebhardt@ipa.fraunhofer.de

Werkstückspannsystems und der Werkzeugmaschine.

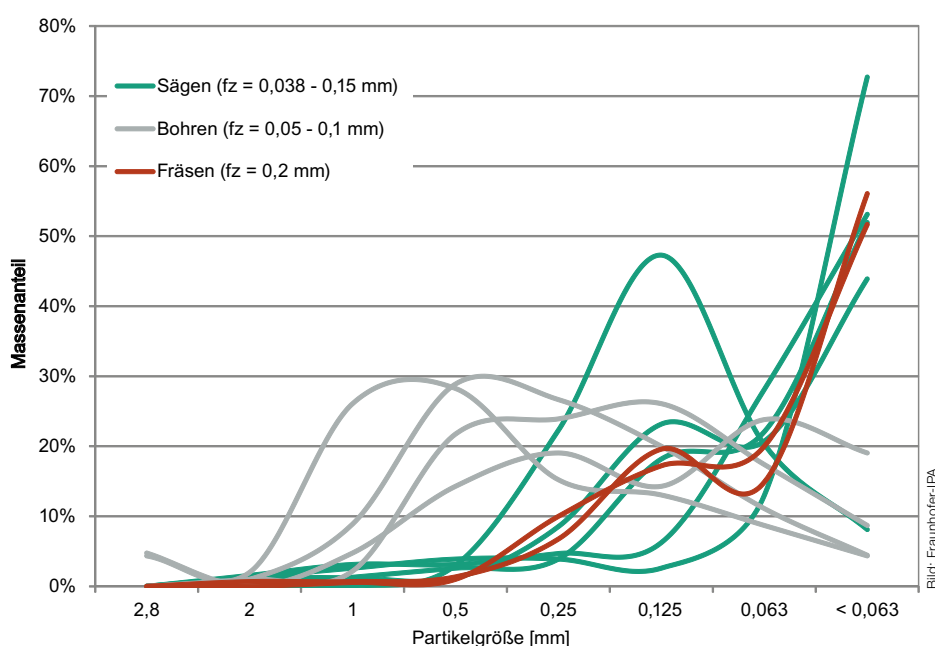
Drei Systeme zur Stauberfassung stehen am Markt zur Auswahl

Aus diesen Gründen kommt der Staubabsaugung bei der CFK-Bearbeitung eine große Bedeutung zu. Grundsätzlich sind dabei drei Systemkategorien zu nennen:

- Werkzeugnah positionierte Absaugvorrichtungen entfernen die Späne und Partikel unmittelbar an der Kontaktstelle von Werkzeug und Werkstück. Sie zeichnen sich durch hohe Erfassungsraten und einen niedrigen Energieverbrauch aus. Aufgrund der Stör-

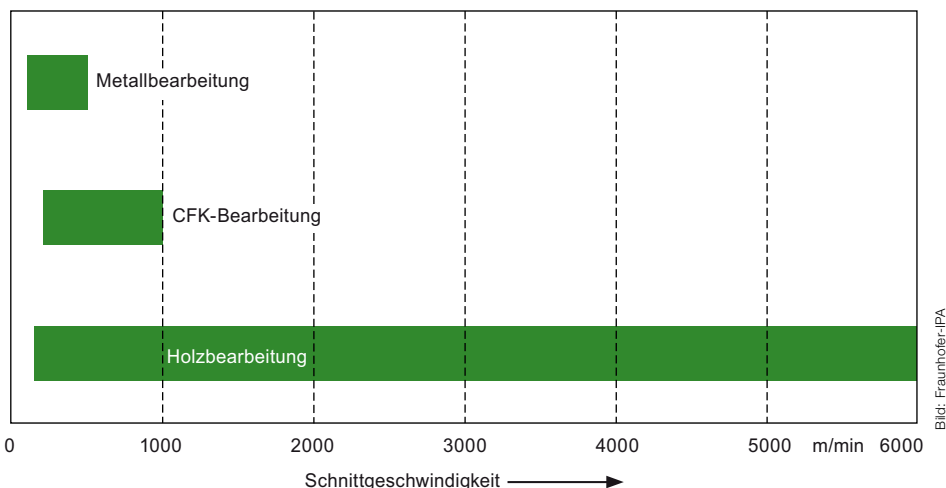
kontur nahe dem Werkzeug – einhergehend mit einer erhöhten Kollisionsgefahr – ist mit derzeit am Markt erhältlichen Ausführungen eine 3D-Bearbeitung jedoch nur bedingt möglich.

- Bei der werkzeuginternen Absaugung wird das Spangut durch den Werkzeugkörper gesaugt. Dieses Prinzip kommt bei der CFK-Bearbeitung jedoch selten – für Spezialfälle – zur Anwendung.
- Weit verbreitet in der Industrie sind dagegen sogenannte Raumabsaugungsanlagen, die den gesamten Maschinenarbeitsraum erfassen. Diese Systeme werden auch oftmals als Ergänzung mit der werkzeugnahen oder



Partikelgrößenverteilung

Besonders das Fräsen und Sägen von CFK erzeugt hohe Anteile kleinster Partikel im Staub. Das verdeutlicht eine Spangutanalyse der Verfahren bei unterschiedlichen Zahnvorschüben.



Schnittgeschwindigkeit ist materialabhängig

Bei CFK ist die Schnittgeschwindigkeit höher als bei Metall, jedoch deutlich niedriger als bei der Holzbearbeitung, bei der das Erfassen von Spänestrahlen wichtig für die Prozesssicherheit ist.

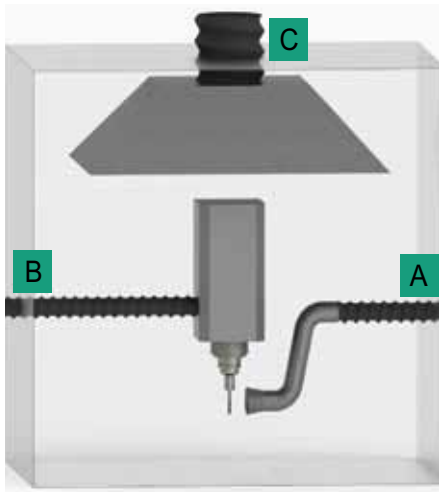


Bild: Fraunhofer-IPA

Drei Systemkategorien am Markt

Drei Systemkategorien zur Staubabsaugung stehen am Markt zur Auswahl: die werkzeugnahe (A), die werkzeuginterne (B) und die Raumabsaugung.

werkzeuginternen Absaugung kombiniert, insbesondere zur Erfassung des von diesen nicht erfassten Feinstaubs.

Umfrage bestätigt hohen Bedarf an effektiven Absaugsystemen

Im Rahmen einer Analyse wurde bei Bearbeitungszentren, die für die Bearbeitung von CFK und GFK bestimmt sind, ein durchschnittlicher Absaugvolumenstrom von 4690 m³/h ermittelt. Bezogen auf die Arbeitsräume der Maschinen ergibt dies Luftaustauschraten von 200 bis 300 l/h. Bei Bearbeitungszentren, die sich sowohl mit einer Raumabsaugungsanlage als auch mit einer werkzeugnahen Span- und Partikelersfassung ausstatten lassen, wurde dabei der Volumenstromanteil für die Raumabsaugung sechsmal höher als für das werkzeugnah positionierte Absaugsystem angesetzt.



Bild: F. Zimmermann

Sichere Feinstaubabsaugung

Basis für eine sichere Absaugung von CFK-Feinstaub ist ein Hochleistungstrockenfilter mit zündfreier Offline-Abreinigung, um Staubexplosionen zu vermeiden.

Eine Umfrage im vergangenen Jahr verdeutlicht die hohe Relevanz der Absaugthematik in der CFK-Bearbeitung. Sie wurde im Rahmen der 2. IfW-Tagung „Bearbeitung von Verbundwerkstoffen – spanende Bearbeitung von CFK“, die am 25. Oktober in Stuttgart stattfand, durchgeführt. Tagungsveranstalter war das Institut für Werkzeugmaschinen (IfW) der Universität Stuttgart. In der Umfrage beschrieben 51 % der Tagungsteilnehmer, dass sie einen sehr hohen Handlungsbedarf bei der Absaugung von CFK-Stäuben sehen.

Des Weiteren hat die Umfrage bestätigt, dass vor allem der Schutz des Maschinenbedieners sowie der Führungen und Lager in einer Werkzeugmaschine bei der Absaugung im Vordergrund stehen.

Entscheider und Fachleute in der Industrie sehen folglich einen Handlungsbedarf bei

der Bearbeitung des Hochleistungswerkstoffes CFK. Um funktionale und wirtschaftliche Gesamtsysteme umsetzen zu können, braucht es jedoch Konzepte, die einerseits den Anforderungen des jeweiligen Produktionsumfelds entsprechen und andererseits die Faktoren Mitarbeiter, Sicherheit und Energieeffizienz berücksichtigen. Ziel muss es sein, das Optimum herauszuarbeiten.

Hohe Stauberfassungsrate möglich bei moderatem Energieverbrauch

Eine vielversprechende Lösung für eine hohe Stauberfassungsrate bei moderatem Energieverbrauch ist die Kombination aus werkzeugnaher Absaugung und einer optimierten Raumabsaugung unter Einsatz eines großflächigen Erfassungselements. Im Zusammenspiel mit gezielt installierten Nachströmungsöffnungen und Schutzluftströmungen im gefährdeten Bereich von Lagern und Führungen kann eine gleichmäßige, gerichtete Strömung im Arbeitsraum der Maschine erzielt werden, die nicht erfasste Staubpartikel zum Erfassungselement transportiert und so Staubablagerungen verhindert. Die Umsetzung des Konzepts wurde von der Handte Umwelttechnik GmbH, Tuttlingen, in einer Portalfräsmaschine des Herstellers F. Zimmermann vorgenommen.

Ein intelligentes Raumlufthmanagement ermöglicht es, weitere Optimierungspotenziale hinsichtlich der Energieeffizienz zu erschließen. Ein aktueller Ansatz dazu ist beispielsweise die Wärmerückgewinnung aus Prozessabluft direkt am Filter mit der Handte-Heat-Saver-Box. Die gewonnene Wärme kann für die Hallenklimateisierung genutzt werden.



Großflächige Erfassungselemente

An der Rückwand erzeugen großflächige Absaugelemente der Handte Umwelttechnik GmbH eine gleichmäßige, gerichtete Strömung im Arbeitsraum der Portalfräsmaschine. Sie minimiert die Staubkonzentration schnell und nachhaltig.

Bild: F. Zimmermann