

Qualitätsgerechte Bohrungsfertigung

Bearbeitung von Leichtbauwerkstoffen durch Zirkularfräsen

Von Timo Engbert, Christoph Kempmann und Andreas Zabel

Neuartige Werkstoffverbunde stellen Hochleistungswerkstoffe dar, die eine große funktionale Integration bei hoher Steifigkeit und minimalem Gewicht ermöglichen. Gleichzeitig bietet die Kombination unterschiedlicher Materialien in einem Bauteil neue Herausforderungen für die spanende Fertigung.

Bei der Bearbeitung von Funktionsflächen wird in der Regel eine hohe Fertigungsgenauigkeit gefordert, um Vorschädigungen durch die Bearbeitung und ein späteres Versagen im Einsatz zu vermeiden. Dabei stellt das Fertigungsverfahren Zirkularfräsen ins Volle häufig eine überlegene Alternative zum Bohren dar. Obwohl die reine Hauptzeit der Fräsoperation in der Regel höher ist, bietet das Verfahren Vorteile bei Flexibilität und Bearbeitungsqualität, die es insgesamt zu einem wirtschaftlichen Produktionsschritt machen.

Zirkularfräsen stahlverstärkter Aluminiumprofile

Aufgrund ihrer geringen Dichte und des guten Bearbeitungsverhaltens haben Aluminium-Knetlegierungen als Konstruktionswerkstoffe ein hohes Leichtbaupotenzial. Stranggepresste Hohlprofile mit ihren auf den Einsatzfall abgestimmten und teils sehr komplexen Querschnittsformen sind Beispiele für erfolgreiche Anwendungen.

Wird Aluminium als Werkstoff verwendet, stößt der Leichtbau häufig dort an seine Grenzen, wo er hohen tribologischen, mechanischen oder thermischen Belastungen standhalten muss. Insbesondere die geringe Zugfestigkeit der Aluminium-Knetlegierungen verhindert oft den effizienten Einsatz



Anwendungsgebiete moderner Leichtbauwerkstoffe

Bilder: Bombardier, Airbus

Zirkularfräsen

Das Zirkularfräsen stellt eine Alternative zur Bohrungsbearbeitung dar. Hierbei treten vergleichsweise geringe Zerspankräfte auf, was eine Fertigung mit minimaler Schädigung erlaubt.

Nach sorgfältiger Schnittwertauswahl helfen die geringen Radialkräfte, Form- und Maßtoleranzen einzuhalten.

Darüber hinaus treten im Vergleich zum Bohren deutlich geringere Axialkräfte auf, so dass eine gratarme beziehungsweise delaminationsfreie Bearbeitung gewährleistet ist.

des Materials. Durch die Weiterentwicklung der Technologie des Strangpressens in den vergangenen Jahren ist jetzt die Einbringung von Endlos-Verstärkungselementen bei der Herstellung von Aluminiumprofilen möglich. Das Verarbeiten von Stahldrähten oder -seilen geringen Durchmessers kann die Zugfestigkeit der produzierten Profile deutlich steigern. In einem derartigen Verfahren hergestellte Verbundprofile bieten die erforderlichen Voraussetzungen zur Produktion dynamisch belasteter Tragwerkstrukturen in hoher Variantenvielfalt.

Die modifizierten Materialeigenschaften der Profile nehmen zwangsläufig Einfluss auf die folgenden Bearbeitungsprozesse. Die Werkzeuge und Verfahren zur Erzeugung von Bohrungen müssen in der Lage sein, die unterschiedlichen in den Profilen verarbeiteten Werkstoffe in einer Art zu

durchtrennen, die zum einen der geforderten Fertigungsgenauigkeit gerecht wird und zum anderen hohe Standzeiten der Werkzeuge bei angepassten Schnittwerten garantiert. Optimierte Werkzeuge zur Bearbeitung von Aluminium-Knetlegierungen und hochfestem Stahl unterscheiden sich deutlich in ihrer Gestalt aufgrund der divergierenden Eigenschaften der zu zerspanenden Werkstoffe. Um Späne des relativ weichen Aluminium-Grundwerkstoffs aus der Wirkzone fördern zu können, sind großvolumige Spankanäle am Werkzeug erforderlich.

Einzahnfräswerkzeuge aus Hartmetall erweisen sich bei der Aluminiumzerspanung als prozesssicher, solange die Schnittwerte derart ausgewählt werden, dass es nicht zu einer mechanischen Überlastung der Werkzeuge und damit zum Bruch kommt. Bei der Bearbeitung verstärkter Profile tritt aufgrund der makroskopischen Verstärkungsart eine hohe mechanische Impulsbelastung der Werkzeuge auf, die den Werkzeugverschleiß maßgeblich beeinflusst. Der Einsatz amorpher Kohlenstoffschichten kann jedoch die Standzeit der Werkzeuge signifikant erhöhen. In den durchgeführten Untersuchungen stellte sich dabei die Beschichtung von Vollhartmetallwerkzeugen mit einem lamellaren Mehrlagensystem aus Titanaluminiumnitrid und einer metallhaltigen wasserstoffhaltigen Kohlenstoffschicht (TiAlN und a-C:H:W) als besonders effizient heraus.

Institut für Spanende Fertigung

Das Institut für Spanende Fertigung der Universität Dortmund besteht aus den Abteilungen Zerspanungstechnologie und Rechnerersatz in der Fertigung (REIF).

Im Zentrum des Interesses steht die Bearbeitung von Leichtbau- und Composite-Werkstoffen, Stählen und Faserverbundmaterialien.

Die Optimierung von Schneidstoffen, Werkzeugen, Zerspanungsverfahren und Maschinenkonzepten runden den Forschungsbereich ab.

Neue informationstechnische Ansätze und Simulationsmethoden dienen der Vorhersage von Prozessresultaten sowie als Engineering-Werkzeuge.

Kontakt:

Dr.-Ing. Andreas Zabel
 Oberingenieur am Institut für Spanende Fertigung der Universität Dortmund
 Tel.: 02 31/7 55-27 08
 zabel@isf.de

www.isf.de

Zirkularfräsen textilverstärkter Kunststoffe

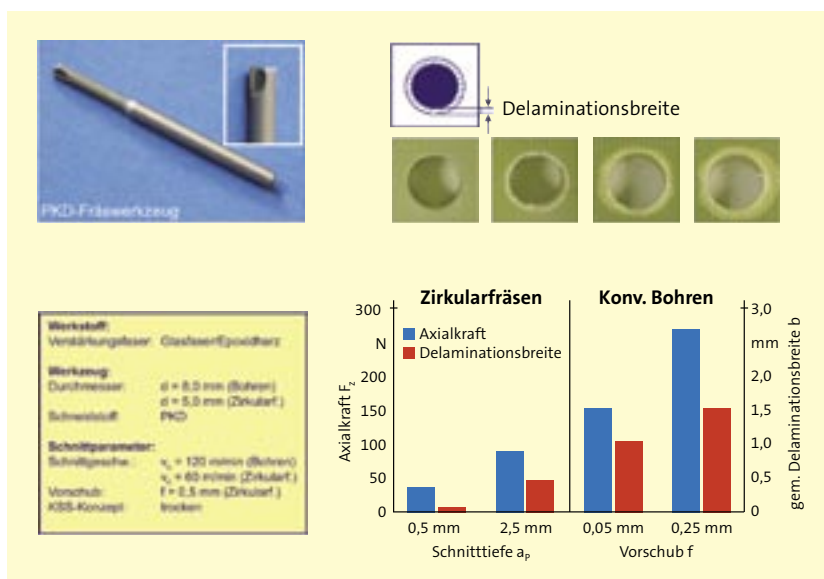
Gewebeverstärkte Kunststoffe werden als Strukturelemente in weiten Teilen der Technik eingesetzt. Für die Montage- und Verbindungstechnik werden oftmals bei der Fertigung der Bauteile Metall-Inserts implementiert, die später für Niet- oder Schraubverbindungen genutzt werden. Eine weniger aufwendige Variante ist die direkte Einbringung von Bohrungen in den Verbundwerkstoff durch spanende Fertigungsverfahren.

Der unterbrochene Schnitt beim Zirkularfräsen führt zu einer geringeren Temperaturbelastung des Bauteils als beim Bohren und gewährleistet zudem eine bessere Spanabfuhr, da unabhängig von den Materialeigenschaften relativ kurze Späne gebildet werden. Gerade bei der Bearbeitung der temperaturempfindlichen Kunststoffe ist das Zirkularfräsen von Vorteil.

Durch das Fräsen entlang einer Helixbahn werden zudem die Bearbeitungskräfte besser verteilt. Reduzierte Bearbeitungskräfte verringern die Häufigkeit von Schädigungen in der Werkstückrandzone, wie Ausbrüche, Faserbrüche oder Delaminationen.

Die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens wird bestimmt durch die Verschleißentwicklung am Werkzeug, wie auch durch die Haupt- und Nebenzeiten der Bearbeitung. Die Prozessbedingungen müssen an den jeweiligen Bearbeitungsfall angepasst werden, um übermäßigen Werkzeugverschleiß zu verhindern. Stark abrasiv wirkende Fasern führen schon nach kurzer Einsatzzeit zu Freiflächenverschleiß und Schneidkantenverrundung. Die besten Ergebnisse werden durch den Einsatz von polykristallinem Diamant als Schneidstoff erzeugt, Hartmetall ist dagegen weniger gut geeignet.

Durch entsprechende Wahl der Schnittwerte kann der Verschleiß reduziert werden. Zu empfehlen sind niedrige Schnittgeschwindigkeiten bei gleichzeitig hohem radialen Vorschub und großen axialen Zustellungen. Durch Zirkularfräsen können verschiedene Bohrungsdurchmesser mit demselben Werkzeug erstellt werden. Auf diese Weise ist es möglich, Nebenzeiten durch Einsparung von Werkzeugwechselzeiten zu minimieren.



Bei der Bearbeitung faserverstärkter Kunststoffe treten Delaminationserscheinungen auf.