

Ultraschallunterstütztes Bohren mit Schneidkeramik von glasfaserverstärktem Kunststoff

Eva Seidel, Prof. Thomas Seul

Motivation und Zielstellung

Ausgangssituation

• Das typische Schadensbild beim Bohren von Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) ist die Delamination. Diese tritt trotz des Einsatzes von Bohrern mit PKD (polykristalliner Diamant) als Schneidstoff auf, welche hohe Standzeiten und Maß- und Formgenauigkeit ermöglichen, jedoch bei hohen Werkzeugkosten und eingeschränkter Werkzeuggeometrie.

Zielstellung

• Minimierung von Delaminationen, Ausfransungen, Faser-

- ausbrüchen und Mikrorissen in der Matrix an FKV
- Erhöhung der Maß- und Formgenauigkeit der Bohrungen
- Erprobung des ultraschallunterstützten Bohrens mit Bohrern mit Schneidkeramik an glasfaserverstärkten Kunststoff Proben

Umsetzung

- Herstellung eines Bohrers mit VHM-Schaft mit eingeklebter Schneidkeramik SiAlON (Typ: KYS30)
- Ultraschallunterstütztes Bohren zur Reduzierung der Prozesskräfte sowie der Werkstückbeschädigung



Bild 1: Glas- und Kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffprobeplatten (GFK und CFK)

Versuchsdurchführung

	GFK	CFK
Faserverstärkung	Köpergewebe	Köpergewebe
Matrix Material	Polyamid 6	Polyamid 6
Fasergehalt	45 Vol.-%	50 Vol.-%
Plattendicke	2 mm	2 mm

Bohr- und Werkzeugparameter

- Schnittgeschwindigkeit: $v_c = 300 \text{ m min}^{-1}$
- Vorschub: $f = 0,15 \text{ mm}$
- Drehzahl: $n = 7960 \text{ min}^{-1}$
- Frequenz: $f_{us} = 28260 \text{ Hz}$
- Durchmesser: $d = 12,5 \text{ mm}$

- Spitzenwinkel: $\alpha = 90^\circ$

Bewertungsmethoden

- Messmikroskopaufnahmen von Werkstück und Werkzeug
- Beurteilung von Beschädigungen und Maßhaltigkeit



Bild 2: Bohrer mit keramischen Schneidstoff

Ergebnisse

Gegenüberstellung Beschädigungen

- Typische peel-up und push-out Delaminationen treten weiterhin spontan auf.
- Eine Reduzierung der Beschädigungen durch die Bearbeitung mit überlagerten Ultraschallschwingungen konnte mit den gewählten Bohrparametern nicht erzielt werden.



Bild 3: Push-out Delamination der Bohreraustrittsseite von Bohrung 63 mit überlagerten Ultraschallschwingung. Delaminationen treten vor allem dann auf, wenn die Faserrichtung nicht der Schnittrichtung entspricht (Faserschnittwinkel = 90°).

Gegenüberstellung Werkzeugverschleiß

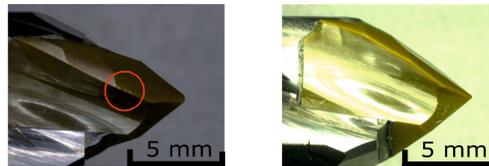


Bild 4: Hauptschneide nach 30 Bohrungen mit und ohne überlagerten Ultraschallschwingung

Es tritt minimaler Werkzeugverschleiß in Form von Ausbrüchen an der zweiten Schneide nach 30 Bohrungen im konventionellen Verfahren auf. (Bild 4 links)

Kein Werkzeugverschleiß beim Bohren mit überlagerten Ultraschallschwingungen feststellbar. (Bild 4 rechts)

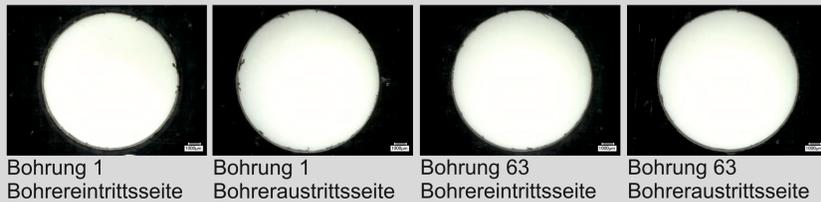
Gegenüberstellung Maßhaltigkeit

- Die Maß-Toleranz beträgt bei den Bohrungen ohne überlagerte Ultraschallschwingungen 0,026 mm. Es werden Bohrungen im Grundtoleranzgrad IT8 nach DIN ISO 286-1 erreicht.
- Die Maß-Toleranz beträgt bei den Bohrungen mit überlagerten Ultraschallschwingungen 0,044 mm. Es werden Bohrungen im Grundtoleranzgrad IT9 nach DIN ISO 286-1 erreicht.

Überlagerte Ultraschallschwingung	Kleinmaß	Größtmaß
ohne	12,537 mm	12,563 mm
mit	12,523 mm	12,567 mm

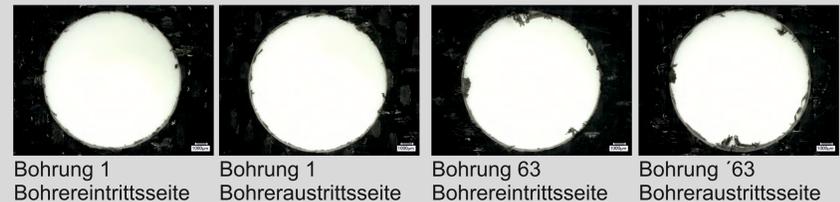
Bohrergebnisse - Vergleich Bohreintrittsseite und Bohreraustrittsseite ohne und mit überlagerten Ultraschallschwingungen

Bohrungen ohne überlagerte Ultraschallschwingung



Bohrung 1 Bohrereintrittsseite, Bohrung 1 Bohreraustrittsseite, Bohrung 63 Bohrereintrittsseite, Bohrung 63 Bohreraustrittsseite

Bohrungen mit überlagerten Ultraschallschwingung



Bohrung 1 Bohrereintrittsseite, Bohrung 1 Bohreraustrittsseite, Bohrung 63 Bohrereintrittsseite, Bohrung 63 Bohreraustrittsseite

Zusammenfassung und Ausblick

Das Bohren von FKV ist eines der bedeutendsten Verfahren zur Fügestellenvorbereitung. Die Ergebnisse zeigen, dass mit der Schneidkeramik SiAlON (Typ: KYS30) eine geeignete Alternative zu bisherigen Bohrwerkzeugen besteht. Ein weiterer Vorteil ist die hohe Schnittgeschwindigkeit. Die Maßhaltigkeit der Bohrungen liegt im Toleranzgradbereich IT8. Eine weitere

qualitative Steigerung der Bohrqualität konnte mit dem ultraschallunterstützten Bohren nicht erzielt werden. Ebenso führen die gewählten Prozessparameter zu keiner Minimierung von Delaminationen. Beim Bohren mit überlagerten Ultraschallschwingungen konnte kein Werkzeugverschleiß festgestellt werden. In weiteren Versuchen ist das Bohren mit überlagerten Ultraschall-

schwingung zu optimieren durch Frequenzvariation. Zur Minimierung von push-out-Delaminationen soll die Verfahrensvariante mit einer Reduzierung des Vorschubs zum Bohreraustritt hin untersucht werden. Zudem soll der Umfang der Versuchswerkstoffe um kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe erweitert werden.

Besonderer Dank gilt dem Projektträger Thüringer Aufbaubank für die Förderung. Das diesen Ergebnissen zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Freistaates Thüringen und der Europäischen Union (ESF) unter dem Förderkennzeichen 2013 FGR 0130 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Kontakt:
Eva Seidel, M.Eng.
Tel.: +49 3683 688-2213
Fax: +49 3683 688 98-2213
E-Mail: e.seidel@fh-sm.de
www.angewandte-kunststofftechnik.de

Fachhochschule Schmalkalden
Fakultät Maschinenbau
Blechhammer 4-9
98574 Schmalkalden