

Zerspanbarkeitsuntersuchungen bei der Fräsbearbeitung von faserverstärkten Kunststoffen⁵

Dipl.-Ing. U. Teicher

1 Einleitung

Für eine Anwendung neuer Werkstoffe ist eine gezielte Technologieentwicklung zur Bearbeitung dieser Werkstoffe notwendig. Für diese Entwicklung sind Zerspanbarkeitsuntersuchungen notwendig, um die Ausbildung der Oberflächentopografie und der Zerspankräfte zu beurteilen.

2 Experimenteller Aufbau und Durchführung

Für diese Untersuchungen wurde ein Werkstoff untersucht, der durch seine universelle Einsatzbreite eine Vielzahl von Anwendungsgebieten faserverstärkter Werkstoffe darstellt. Dabei handelt es sich um einen Werkstoff mit folgenden Merkmalen:

- kohlefaserverstärktes Gewebe mit Epoxydharzbinder
- Köper-Webart
- mehrlagiger Aufbau mit zwei verschiedenen Faserorientierungen ($0^\circ/90^\circ$ und $-45^\circ/45^\circ$)

Für die Versuchsdurchführung kam das standardisierte und wissenschaftlich akzeptierte Verfahren zur Kraftmessung mit Hilfe piezo-elektrischer Kraftmesstechnik zum Einsatz. Dabei werden die Signale, die durch ein 3-Kanal-Dynamometer und einen Ladungsverstärkers der Firma Kistler ermittelt werden, mit Hilfe eines AD-Wandlers digitalisiert und können danach mit der Auswertungssoftware DIAdem weiter verarbeitet werden.

Für die Auswertung der Kräfte wurde ein spezifisches Koordinatensystem (Abb. 1.) verwendet.

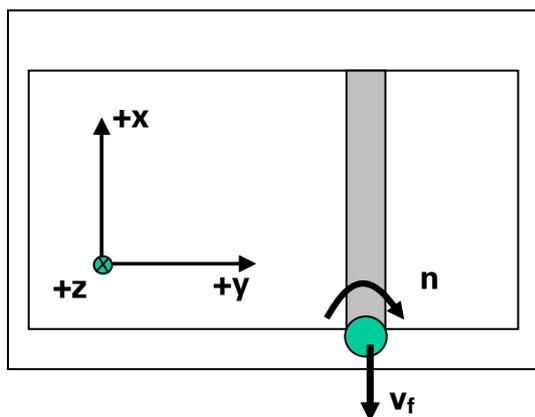


Abb. 1: Bezugs-Koordinatensystem bei der Kraftmessung

⁵ im Rahmen der Technologieförderung mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und mit Mitteln des Freistaates Sachsen.

Daraus ergeben sich die Bezeichnungen für die jeweiligen Kraftkomponenten:

F_x als F_f – Kraft in Vorschubrichtung

F_y als F_{fN} – Normalkraft in Vorschubrichtung

F_z als F_p – Passivkraft

Werkzeugeitig wurden zweischneidige PKD-Werkzeuge in Form von Schaftfräsern eingesetzt (Abb. 2).

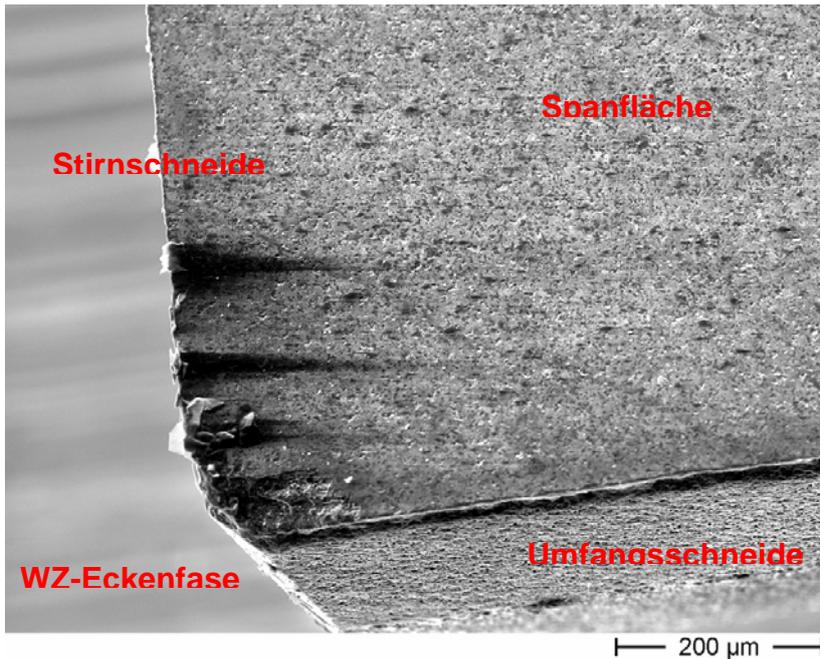


Abb. 2: Werkzeugecke eines PKD-Schaftfräasers

Die technologischen Einstellparameter orientieren sich am Stand der Technik, um die Anwendungsnähe der Untersuchungen zu unterstreichen und eine Vergleichbarkeit von Ergebnissen aus der vorhandenen Literatur zu ermöglichen.

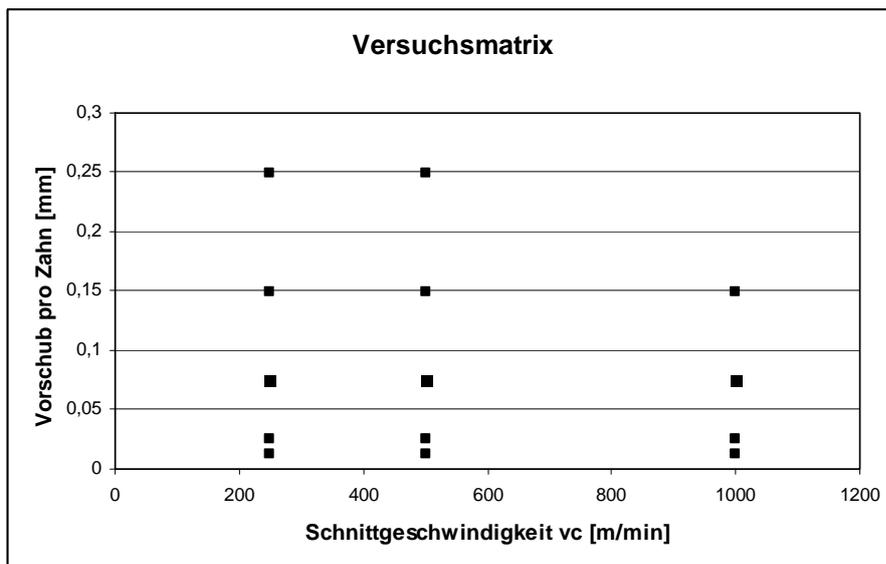


Abb. 3. Versuchsmatrix der Untersuchung

3 Ergebnisse

Zerspankräfte

Die nachfolgend vorgestellten Ergebnisse beziehen sich auf die Schnittgeschwindigkeit von 250 m/min und eine Schnitttiefe von 2 mm.

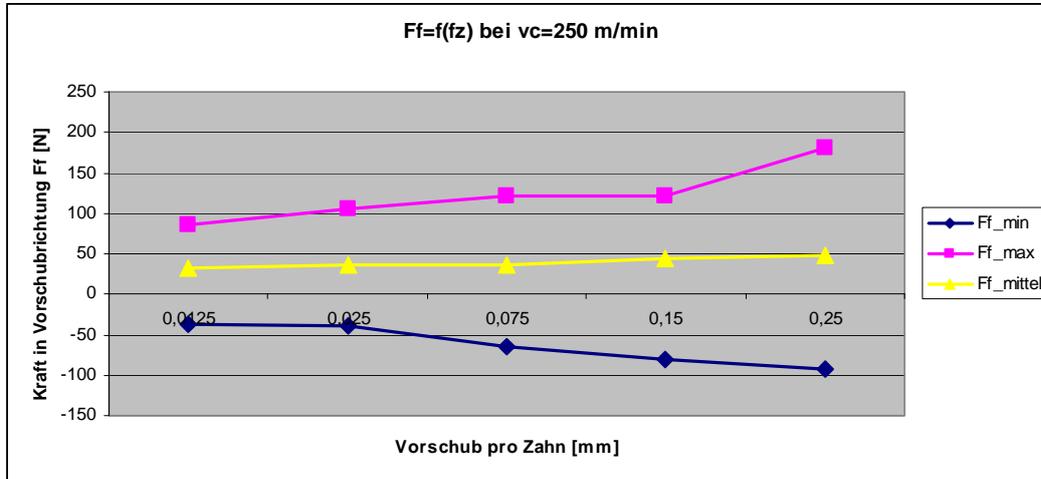


Abb. 4: Kraft in Vorschubrichtung in Abhängigkeit des Zahnvorschubs

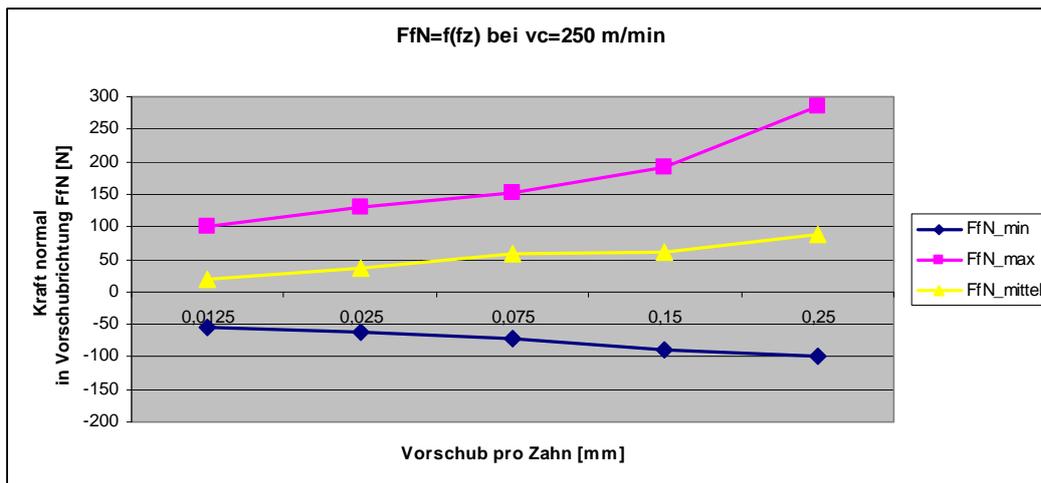


Abb. 5: Kraft normal zur Vorschubrichtung in Abhängigkeit des Zahnvorschubs

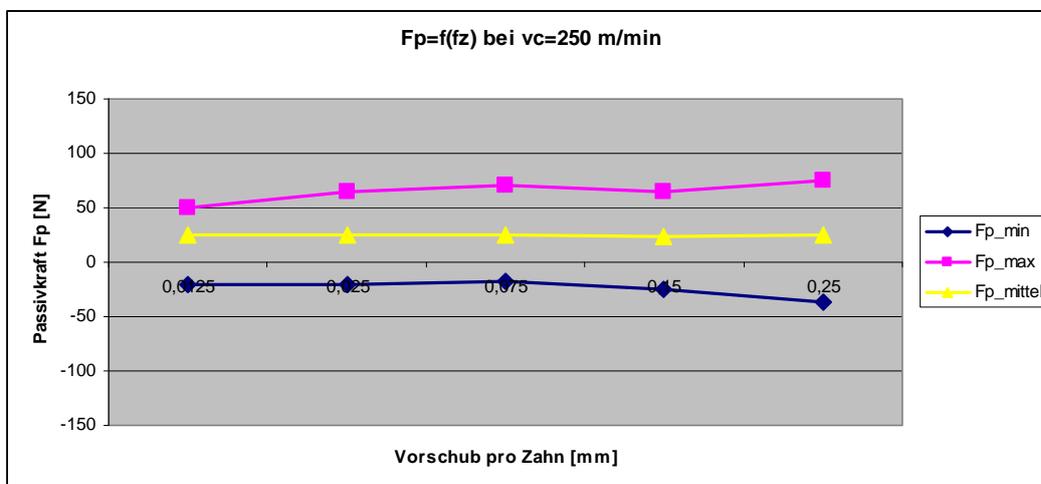


Abb. 6: Passivkraft in Abhängigkeit des Zahnvorschubs

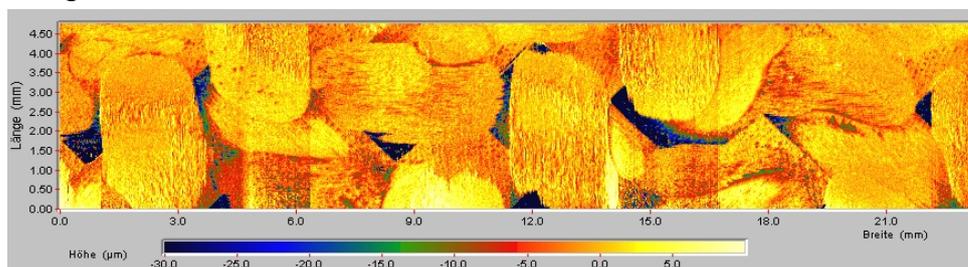
Es zeigt sich, dass die Abhängigkeit der Kraftkomponenten der Zerspankraft vom Zahnvorschub teilweise gegeben ist. Insbesondere die Kraft normal zur Vorschubrichtung ist in Hinblick auf den Minimal-, den Maximal- und den Mittelwert direkt abhängig vom Zahnvorschub und hat gleichzeitig im Vergleich zu den Kräften in Vorschubrichtung und zur Passivkraft den größten Absolutwert (Abb. 4). Dies ist auf den Anteil der Schnittkraft in dieser Kraftkomponente zurückzuführen.

Die Kraft in Vorschubrichtung steht ebenfalls in Abhängigkeit vom Vorschub pro Zahn (Abb. 5). Jedoch ist dieses Verhalten weitaus geringer ausgeprägt. Insbesondere die mittlere Kraft zeigt eine relativ geringe Beeinflussung. Die Passivkraft ändert sich über den eingestellten Bereich der Vorschübe pro Zahn nicht (Abb. 6). Dies kann aber auch auf die geringe Schnitttiefe zurückzuführen sein, da prinzipiell eine aus der Literatur ein Einfluss des Vorschubs bekannt ist.

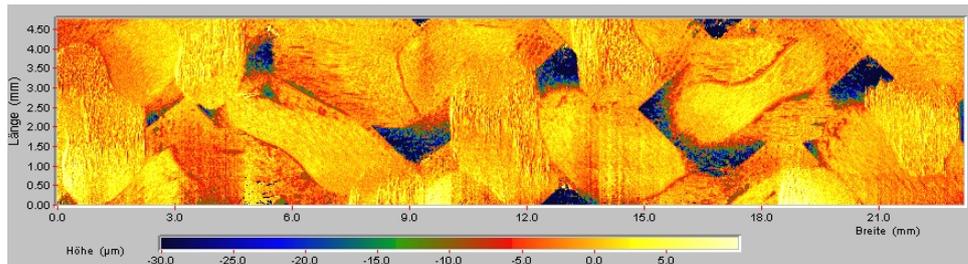
Oberflächenqualität

Die Bewertung der Oberflächenqualität erfolgte zunächst durch ein Rauheitsmessgerät. Die Ergebnisse waren jedoch uneinheitlich und Trends schwer erkennbar. Der Betrachtung durch ein Oberflächenmessgerät, welches in der Lage ist, dreidimensionale Strukturen zu erfassen, zeigte ein genaueres Bild. Es ist zu erkennen, dass partiell Delaminationen auftreten (Abb. 7: blau gefärbt). Dies gilt für sämtliche Werte der untersuchten Schnittgeschwindigkeit für die Mehrzahl der eingestellten Vorschübe. Eine Unabhängigkeit der Delaminationsneigung von den Schnittwerten scheint teilweise gegeben. Sie treten meist an Positionen auf, die weniger fest mit der umgebenden Struktur verbunden ist.

$v_c = 250$ m/min



$v_c = 500$ m/min



$v_c = 1000$ m/min

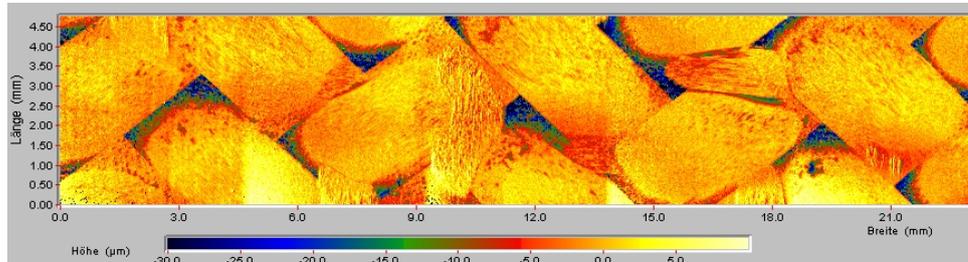


Abb. 7: Gefräste Oberflächen bei einem Vorschub pro Zahn von 0,15 mm

Nur bei sehr geringen Vorschüben pro Zahn und relativ geringen Schnittgeschwindigkeiten ist die Delaminationsneigung gering (Abb. 8). Der

Zusammenhang mit niedrigen Zerspankräften scheint gegeben. Ziel muss es daher sein, die Zerspankräfte zu minimieren.

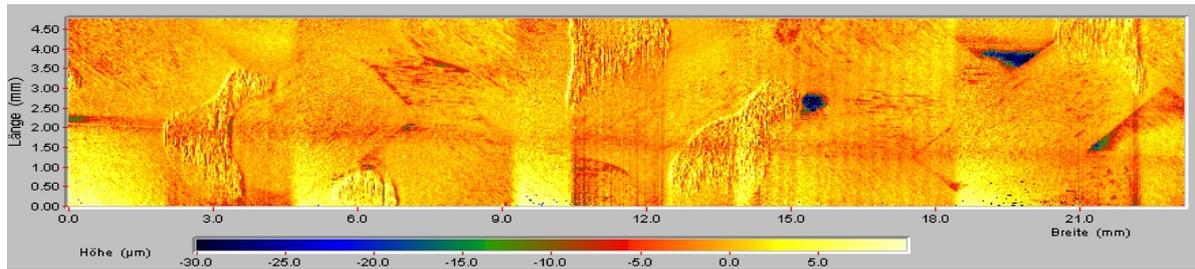


Abb. 8: Gefräste Oberfläche bei einer Schnittgeschwindigkeit von 250 m/min und einem Vorschub pro Zahn von 0,025 mm

4 Zusammenfassung

Die durchgeführten Untersuchungen zur Zerspanbarkeit von faserverstärkten Kunststoffen unterstreichen die Notwendigkeit dieser Untersuchungsmethode, da bekannte Phänomene bei inhomogenen Werkstoffen eine andere Ausprägung finden können.

Dabei besteht insbesondere Forschungsbedarf in der Bewertung der Oberflächengüte als Flächenelement sowohl durch genau definierte Bewertungskriterien von Schädigungsmechanismen als auch durch Kennzahlen, wie sie in der Rauheitsmesstechnik üblich sind..