

Neue Aspekte zur Fräsbearbeitung von Blechen aus Aluminium⁶

Dipl.-Ing. Uwe Teicher

1 Einleitung

Der Leichtbau ist als eines der Zukunftsfelder im Maschinenbau anzusehen, insbesondere im Bereich individueller Mobilität. Zur Gewährleistung der dafür notwendigen konstruktiven Anforderungen sind hochspezialisierte Fertigungsverfahren notwendig. Zu den im Automobil- und Nutzfahrzeugbereich leichtbaurelevanten Einheiten zählen Blechstrukturen, die im Bereich der Karosseriebau als auch in Form von Profilelementen eingesetzt werden können. Die Fräsbearbeitung dünner Bleche und Platinen bietet ein Potenzial für die produktive Herstellung sowohl geringer Losgrößen bis zu Großserienfertigung unter Beachtung dafür angepasster Technologien.

2 Versuchsbedingungen

Für die Durchführung experimenteller Untersuchungen zur Fräsbearbeitung wurde ein Vakuumspanntisch als Spannvorrichtung konstruiert (Abb.1). Dieser integriert die für die Untersuchungen notwendige Messtechnik und lässt eine flexible Einstellung relevanter Untersuchungsparameter zu.

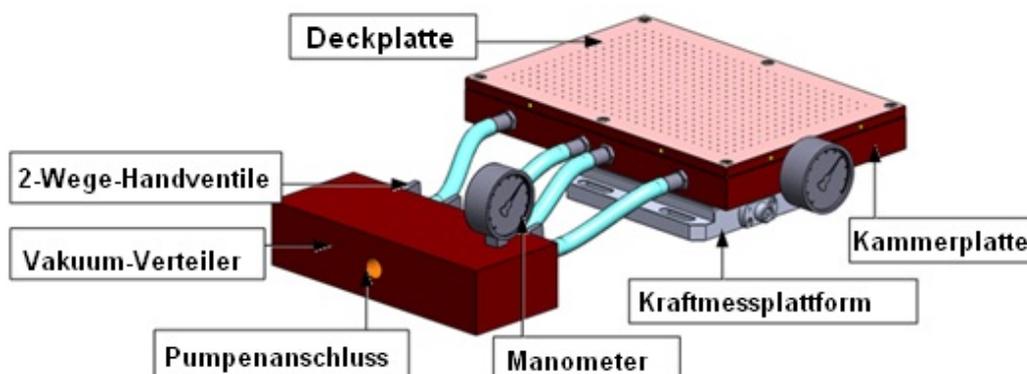


Abb. 1: Vakuumspanntisch als Versuchsträger

Als Untersuchungsgegenstände wurden die Zerspanbarkeitsaspekte herangezogen, die sich in

- die Oberflächenqualität,
- die Spanbildung und
- den Werkzeugverschleiß

einordnen lassen.

Im Rahmen der experimentellen Untersuchungen wurde eine Vielzahl technologischer, werkstoff- und werkzeugseitiger Parametervariationen untersucht.

⁶ Das Projekt wird über die AiF im Rahmen der Fördermaßnahme Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) des BMWi gefördert

Dazu gehören:

- Schnittgeschwindigkeit v_c (100 m/min ... 1000 m/min)
- Zahnvorschub f_z (0,025 mm ... 0,25 mm)
- Werkstoff (Aluminium EN-AW 5754, 6082, 7075)
- Schneidwerkstoff (Beschichtetes HM, PKD)
- Zähneanzahl z (2 ... 3)
- Drallwinkel λ_s (0° ... 25°)

Im Folgenden sollen ausgewählte Ergebnisse aus den experimentellen Untersuchungen beschrieben werden.

3 Ergebnisse

3.1 Oberflächenqualität

Die Oberflächenqualität lässt sich im Allgemeinen nur subjektiv bestimmen bzw. durch objektive Messparameter wie der Oberflächenrauheit unterstützend beschreiben.

Bei der Fräsbearbeitung von Aluminiumblechen wird die Abhängigkeit der Rauheitsparameter von den eingestellten Schnittwerten deutlich. Neben den erwartungsgemäßen Einflüssen des Zahnvorschubes sind vor allem die Ergebnisse in Abhängigkeit von der Schnittgeschwindigkeit von Bedeutung. Eine beispielhafte Darstellung dieses Zusammenhangs wird in den Abb. 2 und 3 dargestellt.

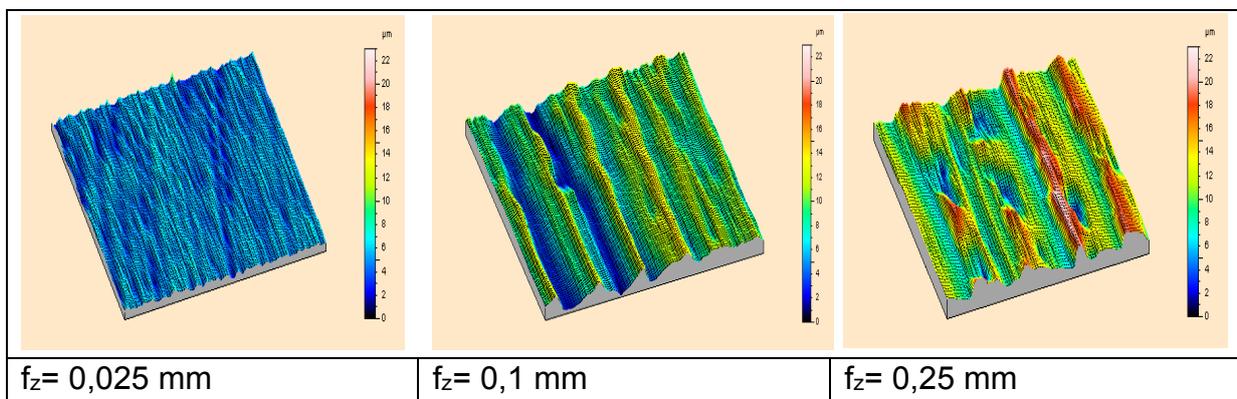


Abb. 2: 3D-Oberflächenprofile bei Schnittgeschwindigkeit 100 m/min

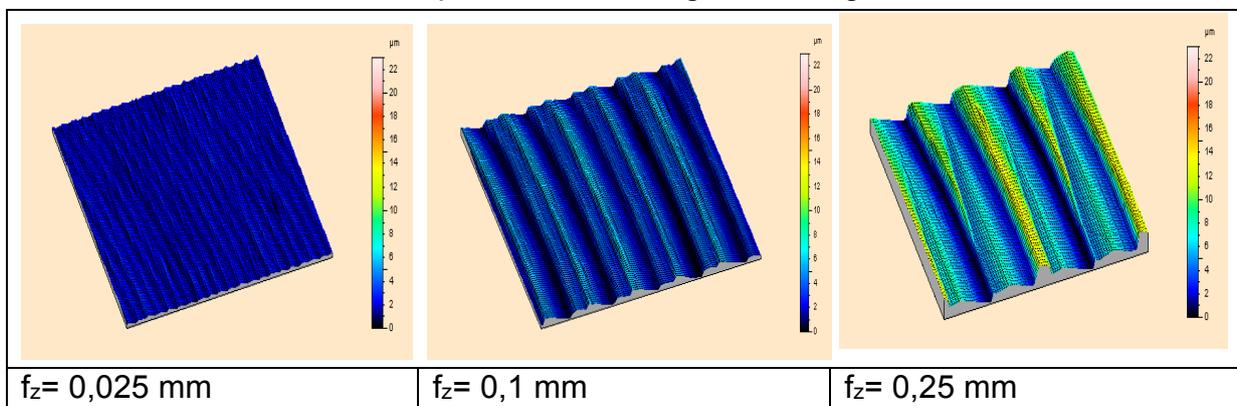


Abb. 3: 3D-Oberflächenprofile bei Schnittgeschwindigkeit 1000 m/min

Wie in der Abbildung 2 bei einer Schnittgeschwindigkeit von 100 m/min sichtbar, vergrößert sich die Oberflächenrauheit mit Erhöhung des Vorschubs. Dieser Effekt ist 1000 m/min in Abbildung 3 ebenso erkennbar.

Bei einem Vergleich der Ergebnisse bei unterschiedlichen Schnittgeschwindigkeiten und konstanten Vorschüben wird jedoch deutlich, dass die Ausbildung der Oberflächenstruktur neben dem kinematisch bedingten Vorschubeinfluss auch durch den Verschleißzustand des Werkzeuges bestimmt wird. Ursache dafür ist eine starke Riefenbildung aufgrund einer Werkstoffadhäsion am Werkzeug und einem darauf folgenden "Mitschneiden" von Werkstoffpartikeln. Dieses Verhalten ist mit sinkender Kühlschmierstoffversorgung ausgeprägter und muss bzgl. der Notlaufeigenschaften bei der Bearbeitung komplexerer Bauteile Berücksichtigung finden. Bestätigen lässt sich dieses Verhalten ebenso durch die Ermittlung der gemittelten Rautiefe R_z , einem klassischen Kennwert des Maschinenbaus, gemessen in der Mitte des Nutgrundes (Abb.4).

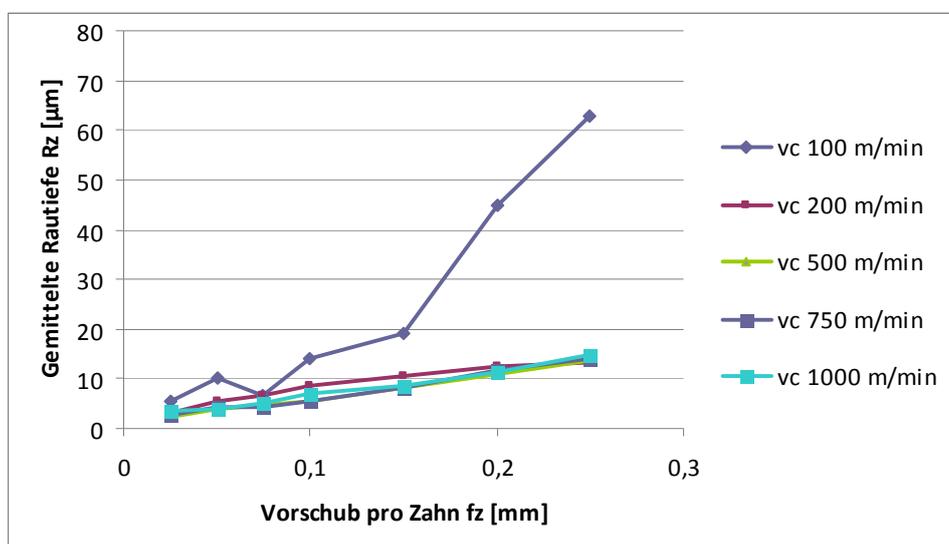


Abb. 4: Gemittelte Rautiefe in Abhängigkeit der Schnittgeschwindigkeit v_c und des Zahnvorschubs f_z

3.2 Werkzeugverschleiß

Die bei der Bearbeitung wirksamen Verschleißmechanismen ließen sich in Adhäsionsverschleiß und Abrasionsverschleiß unterscheiden.

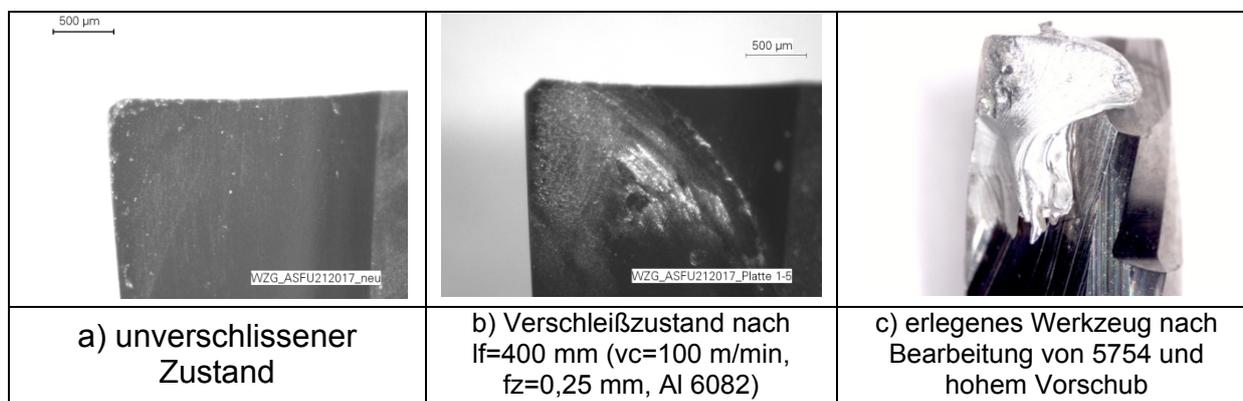


Abb. 5: Verschleißfortschritt durch Adhäsion in der Spannt des Werkzeuges

Adhäsionsverschleiß trat hauptsächlich bei niedrigen Schnittgeschwindigkeiten während der Bearbeitung der relativ weichen Legierungen 5754 auf sowie bei der Bearbeitung der Legierung 6082 schon nach geringen Vorschubwegen (Abb. 5b). Adhäsionsverschleiß ist grundsätzlich zu vermeiden um einem plötzlichen Erliegen des Werkzeuges vorzubeugen (Abb. 5c).

Abrasionsverschleiß konnte bei der Bearbeitung der Legierung 7075 nachgewiesen werden, war jedoch in seiner Ausprägung als vernachlässigbar einzustufen.

3.3 Spanbildung

Die Spanbildung kann insbesondere bei ungünstigen Bedingungen für die Werkstückqualität und die Produktivität eine entscheidende Bedeutung haben. Für die Beherrschung der Spanbildung stellt die Entfernung der Späne die größte Aufgabe dar, wobei dies umso mehr bei hohen Zeitspannungsvolumina gilt.

Innerhalb der Versuchsreihen konnten keine wesentlichen Unterschiede hinsichtlich der Spanformen festgestellt werden. Einflüsse, die beispielsweise durch eine steigende Spansegmentierung und Verbröckelung aufgrund eines steigenden Zahnvorschubs vorliegen, sind für die Wirtschaftlichkeit unerheblich, da zumeist Kommaspanstücke bzw. Kommabruchstücke durch die Fräskinematik erzeugt werden (Abb. 6).

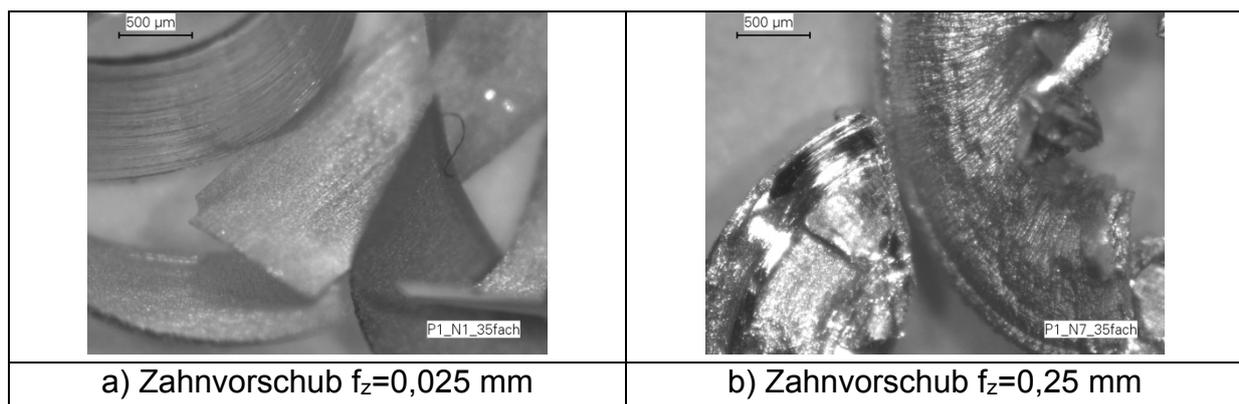


Abb. 6: Spanformen bei einer Schnittgeschwindigkeit von 100 m/min

Hinsichtlich angewandter Hartstoffschichten konnte speziell bei niedrigen Schnittgeschwindigkeiten bei Diamant-Schichten eine andere Spanformen beobachtet werden. Es handelte sich um stark deformierte Spiralbruchspäne, die sich als gebrochene Schraubenbruchspäne eingordnen lassen. Dies ist auf den durch die Beschichtung vergrößerten Schneidkantenradius zurückzuführen. Einen Nachteil stellt diese Spanform nicht dar.

4 Zusammenfassung

Die Arbeiten zeigen, dass Aluminiumbleche durch Fräsen wirtschaftlich bearbeitet werden können [Tei-13]. Dazu ist jedoch ein umfangreiches Prozess-Know-how notwendig.

Dies zeigt sich vor allem in der Beherrschung einer geforderten Oberflächenqualität, deren Ausbildung sich erheblich von Messgrößen der Oberflächenrauheit unterscheiden kann. Der Werkzeugverschleiß wird vor allem durch Adhäsion verursacht. Die Minimierung des Verschleißes kann ebenfalls durch angepasste technologische Parameter erfolgen, ohne wirtschaftliche Einbußen hinnehmen zu

müssen. Die Spanformen stehen bei Fragen der Optimierung meist im Hintergrund, da deren Einfluss zumeist nur bei spezifischen Bearbeitungsproblemen eine Rolle spielt. Eine Einflussnahme durch technologische Parameter ist in Grenzen ebenfalls möglich.

Literatur

/Tei-13/ Teicher, U.; Nestler, A.: Technologische Auslegung spanender Prozesse für die modulare Bearbeitung von Aluminiumblechen für die Automobil- und Nutzfahrzeugindustrie, Abschlußbericht AiF, TU Dresden, November 2013