

Forschergruppenprojekt „EmiMasch“ - Emissionsarme und energieeffiziente Fertigungstechnik für den Maschinenbau

GFE-Teilprojekt: Geräuschminimierte Zerspanung

Ausgangssituation

Die spanende Bauteilbearbeitung besonders mit langtragenden Werkzeugen ist mit der Entstehung von Schwingungen verbunden. Diese beeinflussen in bekannter Weise die Qualität der zu bearbeitenden Werkstücke sowie die Standzeit der Werkzeuge. Darüber hinaus führen Schwingungen auch zu akustischen Emissionen. Mit steigenden Zerspanparametern wie Vorschub, Zustellung, Schnittgeschwindigkeit etc., die durchaus die Effizienz der Zerspanung erhöhen können, erreichen jedoch die o.g. Schwingungen als geräuschabhängige Emissionen Größenordnungen die nicht tolerierbar sind. Es bestand daher im Rahmen dieses Forschergruppenprojektes die Forderung, auftretende hohe Lautstärkebelastungen im Zerspanprozess signifikant zu reduzieren.

Lösungsweg

Die Untersuchungsbasis zur definierten Schwingungsanalyse an stehenden Werkzeugen bzw. zur geräuschminimierten Zerspanung bestand in der Auslegung und Herstellung einer modularen Aufnahmeeinheit mit Dämpfungsmasse. Unter Einbeziehung der Laserinterferometrie ist es möglich, die Werkzeuge frei von äußeren Einflüssen im Hinblick auf ihre Eigenfrequenzen und das Abklingverhalten definiert zu untersuchen. Außerdem ist auch der Einfluss unterschiedlicher Werkzeugspanntechnik detektierbar. Zusätzlich zu den messtechnischen Untersuchungen wurden Berechnungen der Eigenfrequenzen der Werkzeuge durch CAD/FEM-Analysen durchgeführt. Auf Grundlage der Voruntersuchungen wurden konstruktive Lösungsansätze zur Verringerung der Schallemission abgeleitet und umgesetzt. Referenzwerkzeuge und modifizierte Werkzeuge wurden ergänzend in Zerspanungsuntersuchungen analysiert und dabei das Schwingverhalten und die Geräuschemission ausgewertet.

Ergebnisse

Zunächst wurden Untersuchungen mit unterschiedlichen langtragenden Standardwerkzeugen in Kombination mit verschiedenen Spann Futtertypen durchgeführt (siehe Bild 1).

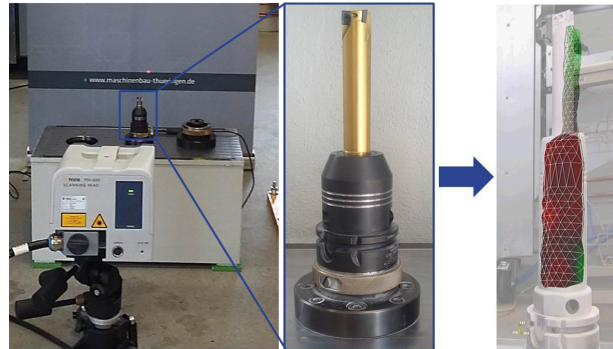


Bild 1: Prüfsystem zur Schwingungsanalyse (li) mit Referenzwerkzeug im Spann Futter (m) und Ergebnisplot Schwingform (re)

Im Ergebnis dieser Untersuchungen zeigte die lange Ausführung eines WSP-Fräser (z = 3; D = 20mm; L = 140mm) ein besonders kritisches Schwingungsverhalten und wurde somit für die weiteren Projektarbeiten als Referenzwerkzeug ausgewählt. Von Seiten der Werkzeugspanntechnik wurde ein Hydrodehnspannfutter (kurze Bauform) ausgewählt.

Bei den modellhaften Berechnungen der Werkzeuge mittels CAD/FEM-Analyse korrelierten die Ergebnisse sehr gut mit den messtechnischen Untersuchungen. Basierend auf diesen Untersuchungen wurden die Werkzeuggrundkörper konstruktiv so modifiziert, dass eine Integration von verschiedenen Werkstoffen (Dämpfungswerkstoffen) möglich wurde. Die untersuchten Dämpfungswerkstoffe sind in Bild 2 dargestellt. Die modifizierten Werkzeuge wurden mit Hilfe des Prüfstandes im Hinblick auf ihre Eigenfrequenzen untersucht. Insbesondere die Hartmetallkerne zeigten sehr

gute dämpfende Eigenschaften. Beispielsweise konnten mit ihnen die Abklingzeiten der Werkzeuge von 30ms – 35ms (Standardwerkzeug) auf unter 10ms (mod. Werkzeug mit HM-Kern) reduziert werden. Demgegenüber zeigten die Al-Oxid-Keramikkugeln,

welche im Einzeltest sehr gute Dämpfungseigenschaften erzielten, im Referenz-Werkzeugsystem integriert jedoch keine ausreichende Wirkung.

Die messtechnische Erfassung der Eigenfrequenzen an den Werkzeugen wurde mit einem Laservibrometer (Polytec PSV-500) durchgeführt. In Zusammenarbeit mit dem Partner TU Ilmenau (Bereich Technische Mechanik) wurden ergänzend und zur Validierung der Messergebnisse weitere Untersuchungen an den Werkzeugen, bspw. mit Beschleunigungssensoren, durchgeführt. Diese Untersuchungen bestätigten die bisher erzielten Ergebnisse.

Verifizierend wurden die Werkzeuge in Zerspanungsuntersuchungen mit dem Werkstoff 42CrMo4 (1300N/mm² Zugfestigkeit) getestet und dabei die Schallemission erfasst. Auch hier zeigten die modifizierten Werkzeuge mit Hartmetallkern deutliche Verbesserungen. Insbesondere beim Zerspanungsbeginn (Anschnitt) konnte die Schallemission um bis zu 22 dB reduziert werden.

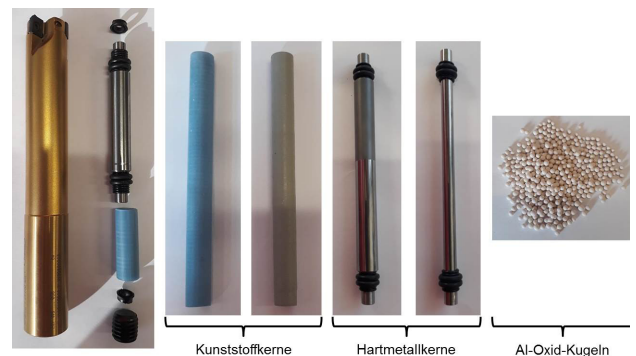


Bild 2: Auswahl analysierter Dämpfungswerkstoffe