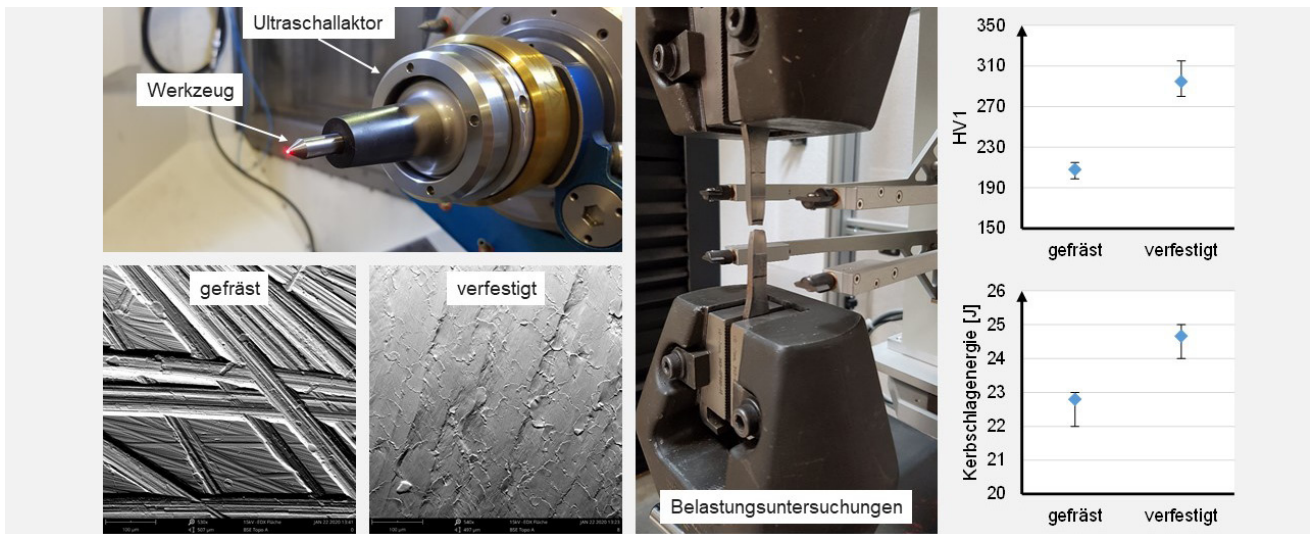


Werkzeug- und Verfahrensentwicklung für die CNC-gesteuerte Ultraschallschlagverfestigung komplexer 3D-Bauteile



Beispielergebnisse aus dem Projekt Ultraschallschlagverfestigung

Ausgangssituation

Die Zielstellung des Projektes war die Entwicklung eines Verfahrens zur definierten Oberflächenverfestigung von Bauteilen durch die Verwendung der Ultraschallschlagverfestigung. Hierbei sollte durch die Nutzung der Maschinenkinematik die Bearbeitung komplexer Bauteile ermöglicht werden. Im Rahmen des Projektes sollte sowohl ein geeignetes Werkzeug als auch die entsprechende Bearbeitungstechnologie entwickelt werden. Als Zielkriterien wurde eine möglichst geringe Bearbeitungszeit durch die Verwendung hoher Vorschübe und großer seitlicher Zustellung gesetzt. Weiterhin sollte der Verfestigungsprozess ohne Umspannen des Werkstückes direkt nach der Fräsbearbeitung erfolgen können. Somit sollte die Präzision gesteigert und Rüstzeiten reduziert werden. Ein weiterer Untersuchungsschwerpunkt war der Einfluss bzw. die Regelbarkeit der Oberflächenqualität und der hergestellten Oberflächentopografie. Das entwickelte Verfahren sollte nach Abschluss des Projektes genutzt werden, um die Leistungsfähigkeit von Bauteilen zu steigern.

Lösungsweg

Zum Gewinn von grundlegendem Prozessverständnis wurden zunächst FEM-Simulationen unter Variation der wichtigsten Prozessgrößen durchgeführt und hinsichtlich des Einflusses auf den Prozess charakterisiert. Aufbauend auf den Ergebnissen wurden anschließend Werkzeuge konzipiert, gefertigt und hinsichtlich des Schwingverhaltens untersucht. Hierauf folgte eine Erprobung der Werkzeuge in Bearbeitungsversuchen. Aus den Ergebnissen dieser Bearbeitungsversuche konnte der reale Einfluss der wichtigsten Prozessgrößen abgeleitet werden. In einer Iterationsschleife folgte nun eine Weiterentwicklung der Werkzeuge und der Bearbeitungstechnologie. Hierbei wurden besonders der Einsatz von Beschichtungen und weitere Werkzeugoptimierungen zur Steigerung der Produktivität untersucht. Abschließend wurden mit der entwickelten Bearbeitungstechnologie und den dazugehörigen Werkzeugen Proben für Belastungsuntersuchungen hergestellt und auf ihre mechanische Belastungsfähigkeit untersucht.

Ergebnisse

Im Rahmen des Projektes wurde erfolgreich ein Verfahren zur definierten Beeinflussung von Bauteiloberflächen durch den Einsatz der Ultraschallschlagverfestigung entwickelt. Das Werkzeug und der entsprechende Ultraschallaktor lassen sich hierbei wie jedes herkömmliche Werkzeug im Werkzeugmagazin der Maschine platzieren und bei Bedarf in die Maschinenspindel einwechseln. Für die Verfestigung kann daher die gleiche Kinematik wie bei einem vergleichbaren Fräs Werkzeug eingesetzt werden. Dies ermöglicht die Bearbeitung komplexer Bauteile direkt im Anschluss an den Fräsprozess. Mit dem entwickelten Verfahren konnte im Rahmen der Versuche eine Steigerung der Härte der Oberfläche von bis zu 30 % im Vergleich zum einer gefrästen Oberfläche erzielt werden. Durch die Verformung der Oberfläche können hierbei richtungsabhängige Druckspannungen in die Oberfläche eingebracht werden. Durch die genannten Effekte kann somit gezielt eine Steigerung der mechanischen Belastungsfähigkeit von Bauteilen erreicht werden.