

**KISTLER**

measure. analyze. innovate.



## Robuster, präziser und langlebiger fräsen

Schneidwerkzeuge aus Keramik, entwickelt mit einem Dynamometer von Kistler



Unter der Leitung ihres Forscherkollegen Paolo Parenti und mit einer Messlösung von Kistler führt Doktorandin Giulia Giovanelli am Politecnico in Mailand Untersuchungen von Schneidwerkzeugen aus Keramik durch.

**Am renommierten Politecnico di Milano testet der Schweizer Zerspanungsspezialist TUSA neue Mikrowerkzeuge aus Keramik. Das innovative Material verspricht eine deutliche Erhöhung der Lebensdauer, erfordert jedoch umfangreiche Tests zur Optimierung. Das MicroDyn von Kistler, das kleinste Dynamometer der Welt, sorgt für die präzise Vermessung der Schnittkräfte zur Ermittlung der Leistungsparameter.**

Keramik ist ohne Zweifel ein besonderer Werkstoff: Von der antiken Töpferkunst über das im 17. Jahrhundert aus China nach Europa gekommene Porzellan – im Englischen bis heute „china“ genannt – bis zur im 19. Jahrhundert aufkommenden Industriekeramik spannt sich eine einzigartige Erfolgsgeschichte. Ein Ende ist nicht abzusehen, laufend werden neue Anwendungsbereiche erschlossen und dabei neue Materialmischungen und -kombinationen erforscht.

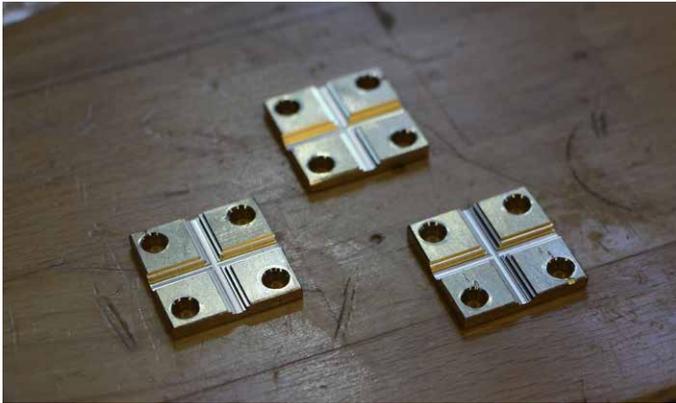
Auch beim Werkzeugspezialisten TUSA Precision Tools SA setzt man neuerdings auf Keramik. Im südschweizerischen Kanton Tessin entstehen Hochleistungswerkzeuge für die Zerspanung, wie sie beispielsweise bei der Herstellung von Komponenten für Uhren zum Einsatz kommen. „Die Fertigung filigraner Bauteile für Uhrwerke stellt natürlich höchste Ansprüche – teilweise mit Toleranzen im Mikrometer-Bereich“, sagt Gennaro Teta von Omnino Technology, dem Entwicklungspartner von TUSA. Bei der Frage, wie man seinen Kunden weitere Verbesserungen bezüglich Standzeit und Prozesssicherheit bieten kann, wurde er auf das Potential von Industriekeramik aufmerksam. Denn auch in der Uhrenherstellung geht der Trend in Richtung hochautomatisierte, mannlose Fertigung. „Doch was nützt es, 10 Prozent schneller zu

sein, wenn man mit etwas weniger Geschwindigkeit die ganze Nacht hindurch prozesssicher fertigen könnte?“, fragt Teta. Da Keramik härter ist als Stahl, kann sie eine deutlich höhere Verschleißfestigkeit liefern, wenn man die Schnittkräfte unter Kontrolle hält.

#### **Bis zu dreißigfache Standzeiten möglich**

Für die Entwicklung neuer Materialien, mit denen sich laut Teta die Standzeiten bei vergleichbarer Präzision um das bis zu 30-fache erhöhen ließen, wandte sich TUSA an das renommierte Politecnico di Milano im nahen Italien. „Bei Tests in der Industrie zeigte sich, dass sich mit Keramikwerkzeugen die Standzeiten ohne Weiteres vervielfachen lassen. Es gibt jedoch je nach Substrat enorme Schwankungen. Deshalb kamen wir auf die Idee, zusammen mit dem Politecnico verschiedene Keramikmischungen zu entwickeln und vor allem zu testen“, so Teta weiter.

An der Fakultät für Maschinenbau des Politecnico forscht Promotionsstudentin Giulia Giovanelli unter Leitung von Prof. Massimiliano Annoni und Prof. Nora Lecis gemeinsam mit dem Forscher Paolo Parenti an neuen Materialien und innovativen Schneidwerkzeugen. Dabei können sie auf Elektronenmikroskope, ultrapräzise Bearbeitungszentren und Spezialmaschinen für tribologische Untersuchungen zurückgreifen. „Der Versuchsaufbau für TUSA umfasst die Fräsbearbeitung einer Messingplatte mit einem Mikroschneidwerkzeug. Wir testeten drei verschiedene Keramikmaterialien mit zwei verschiedenen Sets von Schneidparametern“, erläutert Giovanelli. „Dabei hilft uns das neue MicroDyn von Kistler. Dank seiner



Die Messingplatinen werden mehrfach mit unterschiedlichen Schnitttiefen bearbeitet, um repräsentative Daten erheben zu können.



Je nach keramischem Werkstoff ergeben sich unterschiedliche Prozesseigenschaften beim Einsatz des Schneidwerkzeugs.



Dank dem MicroDyn von Kistler, dem kleinsten Dynamometer der Welt, können die am Werkzeug auftretenden Schnittkräfte bei bis zu 120 000 U/min präzise gemessen werden.

sehr hohen Eigenfrequenz liefert es auch bei hohen Drehzahlen sehr genaue Werte bezüglich Kraft und Drehmoment in allen drei Raumrichtungen. Mit einem Algorithmus wird anschließend die Resultante über die drei Achsen ermittelt. Je niedriger dieser Wert ist, desto länger lebt – grob gesagt – das Werkzeug“, so Giovannelli weiter.

„Wir testen drei verschiedene Keramikmaterialien mit zwei verschiedenen Sets von Schneidparametern. Dabei hilft uns das neue MicroDyn von Kistler. Dank seiner sehr hohen Eigenfrequenz liefert es auch bei hohen Drehzahlen sehr genaue Werte bezüglich Kraft und Drehmoment in allen drei Raumrichtungen.“

Giulia Giovannelli, Doktorandin am Politecnico di Milano

Mit Abmessungen von 30x30 mm ist das MicroDyn das kleinste Dynamometer der Welt. Die sehr hohe Eigenfrequenz von 15 kHz in allen drei Achsen erlauben die präzise Messung hochdynamischer Kräfte bis 500 N sowie die Errechnung der resultierenden Drehmomente bis 50 Nm. Die Messung erfolgt direkt an den einzelnen Schneiden bei bis zu 120 000 U/min. Dabei sorgen die piezoelektrisch messenden Kristallringe für hohe Empfindlichkeit und eine sehr tiefe Ansprechschwelle.

Sie sind außerdem so verbaut, dass Temperatureinflüsse weitgehend kompensiert werden.

#### Eindeutiges Testergebnis dank präziser Messungen

Wie sich bei den Untersuchungen am Politecnico herausstellte, zeigte eines der drei Materialien regelmäßig bessere Eigenschaften in Bezug auf die auftretenden Kräfte. Sowohl bei einer Schnitttiefe von 1,3 mm als auch bei 0,5 mm lag die resultierende Kraft des Keramikwerkstoffs „B“ deutlich unter den Werten für A und C. Ein erfreuliches Ergebnis auch deshalb, weil sich mit dem B-Werkzeug auch die beste Oberflächenqualität erreichen ließ. Für die junge Forscherin Giulia Giovannelli trotzdem erst der Anfang: „Wir betrachten ja hier zunächst nur das Eckfräsen. Beim Nutenfräsen, mit dem das Hauptmuster der Messingplatte eingearbeitet wird, kann es schon wieder ganz anders aussehen.“

Gennaro Teta ist vom Ergebnis begeistert: „Das zeigt, dass wir auf dem richtigen Weg sind und über geeignetes Material verfügen. Als Nächstes geht es darum, den Werkstoff in einem realistischen industriellen Umfeld zu testen, d.h. auf einer anderen Maschine. Dann wird sich herausstellen, ob sich die im Labor ermittelten Werte mit ähnlichen Schneidparametern reproduzieren lassen. Natürlich ist es ein langer Weg bis zum Einsatz in der industriellen Produktion, aber der erste Schritt ist erfolgreich getan.“

