

Untersuchungen zu Wirkmechanismen bei der spanenden Bearbeitung unter Berücksichtigung von Schneidenmikrogeometrie und Verschleißverhalten

Ausgangssituation

Umfragen unter Fachexperten haben gezeigt, dass Hersteller von Präzisionswerkzeugen bei der Gestaltung der Werkzeugschneide und insbesondere dabei der Schneidenmikrogeometrie oftmals auf intuitives Erfahrungswissen zurückgreifen. Simulation und systematische experimentelle Untersuchungen werden weniger zur Anwendung gebracht. Dies ist darin begründet, dass Modelle zur Beschreibung des Einflusses der Schneidenmikrogeometrie auf die Spanbildung und die Standzeit sowie auf das Bearbeitungsergebnis weitestgehend fehlen. Häufig werden im Fertigungsumfeld lediglich subjektive Bewertungen des Werkzeugs vorgenommen.

Zielstellung

Ausgehend von der dargelegten Ausgangssituation wurden im zugrundeliegenden Projekt die robuste messtechnische Erfassung der Schneidkante mit geeigneten Verfahren und die Entwicklung neuartiger Parameter zur besseren Charakterisierung der Schneidkantenmikrogeometrie untersucht, um ein tieferes Prozessverständnis für die spanende Bearbeitung zu erlangen. Dies gliederte sich in die folgenden zwei Themenkomplexe:

1. Analyse des Ist-Standes der

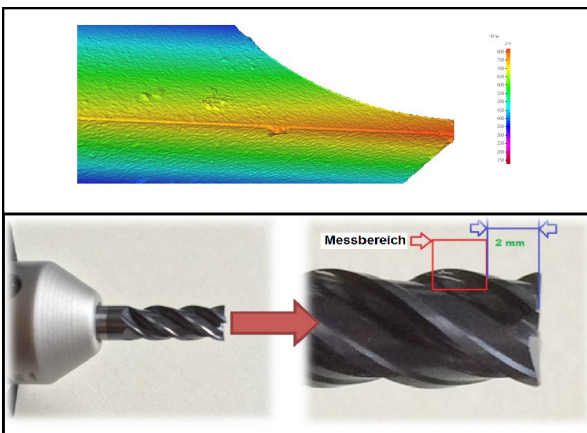


Bild 1: 3-D-Punktwolke in Falschfarbendarstellung und Messposition am Werkzeug

Charakterisierung von Werkzeugschneiden mit dem Ziel der Herausarbeitung von Schwächen derzeitiger Verfahren sowie der Durchführung von Voruntersuchungen,

2. Entwicklung von Auswerteverfahren und Parametern zur Charakterisierung der Schneidenmikrogeometrie mit dem Ziel, durch geeignete Werkzeugauswahl ein optimales Bearbeitungsergebnis und ein reduziertes Werkzeugverschleißverhalten zu erhalten.

Ergebnisse

Für die Untersuchungen wurden drei repräsentative Werkzeugtypen und ein zu fertigendes Bauteil ausgewählt. Es wurden sowohl die Werkzeugschneide als auch das Bearbeitungsergebnis analysiert. Zur Gewinnung der 3-D-Daten der Werkzeugschneide wurden unter anderem die Verfahren Fokusvariation und Streifenlichtprojektion untersucht, wobei sich die Fokusvariation als geeigneter erwiesen hat. Zur Datenauswertung wurden Methoden entwickelt, welche dichte Profilschnitte orthogonal zum Kantenverlauf legen, den

Kantenradius robust detektieren und über die statistische Auswertung der lokalen Parameter entlang der Schneide die Aussagekraft deutlich erhöhen. So wurde eine neu definierte Kennzahl, welche sich aus der Verteilung der Ellipsenradien der Schneide berechnet, sowie mehrere Parameter, basierend auf 3-D-Geometrien, welche an die Schneide angenähert werden, berechnet. Hier hat insbesondere die neuentwickelte Ellipsenkennzahl E, welche aus den Medianwerten der Ra-

dien Ra und Rb, entlang der Schneide berechnet wird, eine starke Korrelation zum Verschleißverhalten gezeigt.

Ellipsenkennzahl

$$E = \frac{1}{4} \left(Ra_{\frac{N}{2}} + Ra_{\frac{N}{2}+1} + Rb_{\frac{N}{2}} + Rb_{\frac{N}{2}+1} \right)$$

Aber auch die Parameter von rechnerisch an die 3-D-Kontur der Schneide angepassten 3-D-Geometrien, wie z.B. Zylinder lassen eine Aussage über den Verschleißgrad zu. 2-D-Texturparameter der Span- und Freifläche erwiesen sich als weniger zielführend. Der Messbereich an einem Werkzeug ist in Bild 1 beispielhaft zu sehen. Die Korrelation zwischen Ellipsenkennzahl und Anzahl gefertigter Bauteile ist in Bild 2 grafisch dargestellt.

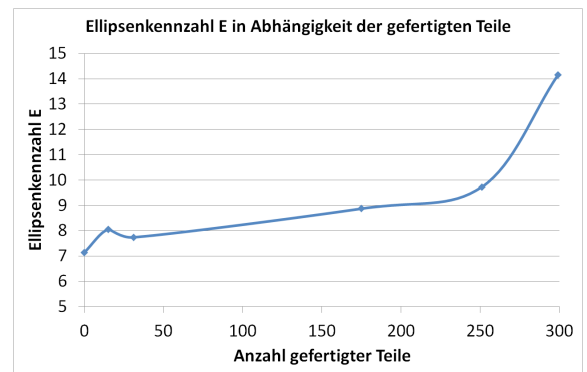


Bild 2: Zusammenhang zwischen Anzahl gefertigter Teile und Ellipsenkennzahl E

So zeigt sich, dass zum Ende der Standzeit ein signifikanter Anstieg des Wertes der Ellipsenkennzahl feststellbar ist, der im direkten Zusammenhang mit der Anzahl der gefertigten Teile und dem Verschleiß entlang der Schneidkante steht. Somit lässt sich durch diesen Parameter der Verschleiß an der Schneide charakterisieren.

Die entwickelten Verfahren ermöglichen es, die Schneidkante detaillierter zu charakterisieren, als es bisher möglich war. Weiterhin sind die gewonnenen flächenhaften Daten aussagekräftiger als zurzeit bekannte Verfahren, insbesondere die taktile Messung.