

Maschinenintegrierte Messtechnik für die Herstellung von Diamantschneidwerkzeugen

D. Fleischle^{***}, R. Berger^{**}, W. Lyda^{**}, A. Sobotka[#], W. Osten^{**}

^{*}Graduate School of Excellence advanced Manufacturing Engineering, Universität Stuttgart

^{**}Institut für Technische Optik, Universität Stuttgart

[#] Fraunhofer Institut für Produktionstechnologie, Aachen

mailto: david.fleischle@gsame.uni-stuttgart.de

Für die Herstellung von hochpräzisen Diamantwerkzeugen ist neben der Fertigungstechnik die Messtechnik ein entscheidender Punkt. Optimal hinsichtlich einer fehlerfreien Fertigung ist eine maschinenintegrierte Messtechnik. Für die erfolgreiche Umsetzung, ist nicht nur ein angepasstes Messkonzept sondern auch theoretische Untersuchungen zu möglichen Fehlerquellen nötig.

1 Einführung

Mikrostrukturierte Bauteile mit höchsten Ansprüchen an die Oberflächenqualität können durch eine Präzisionszerspanung mit Hilfe von Diamantschneidwerkzeugen hergestellt werden. Für die Qualität der Bearbeitung ist eine präzise Herstellung des Diamantwerkzeuges eine wesentliche Voraussetzung. Die Kontur der Werkzeuge wird durch einen Schleifprozess hergestellt. Um schon während der Bearbeitung die Werkzeugkontur zu überwachen, ist in der entwickelten Diamantbearbeitungsmaschine ein optischer Sensor in die Maschine integriert. Dadurch kann zwischen einzelnen Bearbeitungsschritten die Form des Werkzeugs erfasst werden und falls notwendig eine Korrektur des Schleifprozesses vorgenommen werden.

2 Maschinen- und Messkonzept

Bisher war auf Grund von fertigungstechnischen Einschränkungen nur die Herstellung von sphärischen Diamantwerkzeugen möglich. Durch die Entwicklung und Umsetzung einer leistungsfähigen Diamantbearbeitungsmaschine mit 6 Achsen (siehe Abb. 1) wurde die Möglichkeit geschaffen, eine nahezu beliebige Schneidkantenkontur zu erzeugen [1].

Durch die Gewinnung von neuen Freiheitsgraden bei der Herstellung der Werkzeuge werden aber auch höhere Anforderungen an die Fertigungstoleranzen gestellt, da die erzeugte Kontur der Werkzeuge im Wesentlichen für die Bearbeitungsqualität verantwortlich ist. Aus diesem Grund wurde im Maschinenkonzept vorgesehen, ein Messsystem zu integrieren, um auf der Fertigungsmaschine die Vermessung der Werkzeuge zu ermöglichen. Damit kann der Herstellungsprozess anhand der gemessenen Werkzeuggeometrien geregelt werden (siehe Abb. 2).



Abb. 1 Bearbeitungsmaschine zur Herstellung von Diamantwerkzeugen

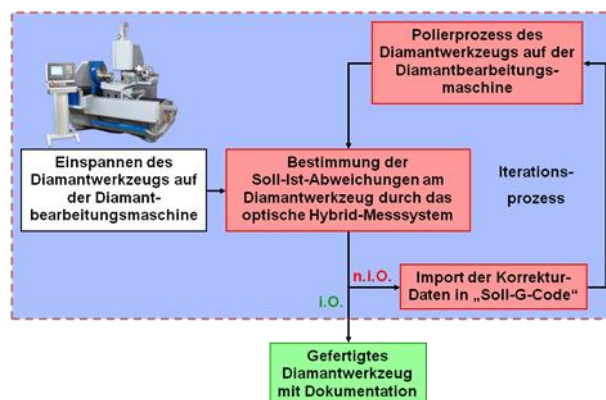


Abb. 2 Regelkreis zur Herstellung von Diamantwerkzeugen

Für die Aufgabe der Vermessung wurde ein speziell an die Aufgabenstellung angepasstes hybrides Messsystem integriert (siehe Abb. 3). Dieses bietet zum Einen die Möglichkeit, mit einem Weißlichtinterferometer (Firma Mahr), eine Topographiemessung der Werkzeugkontur durchzuführen [2]. Zum Anderen kann über die Aufzeichnung eines Schattenbildes der Werkzeugkontur und einen

Bildverarbeitungsprozess ein zweites Messverfahren eingesetzt werden. Dadurch kann auch an Konturen, die auf Grund eines zu hohen Gradienten mit dem Weißlichtinterferometer nicht vermessen werden können, eine Messung erfolgen.

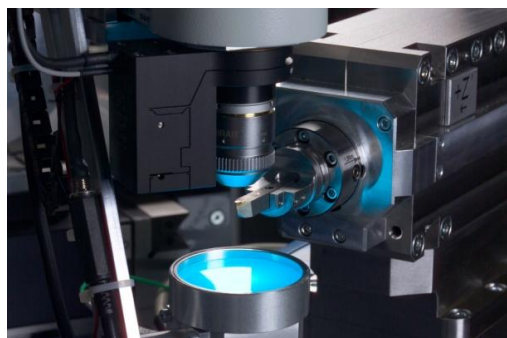


Abb. 3 In die Bearbeitungsmaschine integriertes hybrides Messsystem

3 Simulation des Fehlereinflusses basierend auf Achsgenauigkeiten der Maschine

Um allerdings eine zuverlässige Messung zu erzielen, ist es notwendig, die Fehlereinflüsse auf das Messergebnis zu kennen. Da bei der Topographiemessung der Werkzeuggeometrie ein Stitching von Einzelmessungen vorgesehen ist, ist eine wesentliche Fehlerquelle die Ungenauigkeit der Maschinenachsen. Um eine Abschätzung zu ermöglichen, in wie weit dies zu einer Beeinflussung der Messung führt, wurde eine Simulation erstellt. Dabei wird der Messvorgang unter Berücksichtigung der Positioniergenauigkeiten der Achsen simuliert und daraus die Standardabweichung der Messungen berechnet. Das Ergebnis ist in Abb. 4 dargestellt.

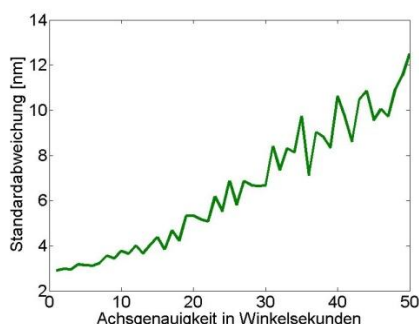


Abb. 4 Simulierte Standardabweichung der Messung bei verschiedenen Achsgenauigkeiten der Maschinenachsen

4 Testmessungen

Nach der erfolgreichen Integration des hybriden Messsystems in die Bearbeitungsmaschine wurden erste Testmessungen durchgeführt. Für eine Verifizierung des Messsystems erfolgte eine Messung eines Tiefeneinstellnormales der Fa. Halle. Die Rillentiefe wurde mit dem Weißlichtinterfero-

meter auf 245 nm bestimmt, was einer Abweichung von 6 nm zu der angegebenen Tiefe von 251 nm entspricht.

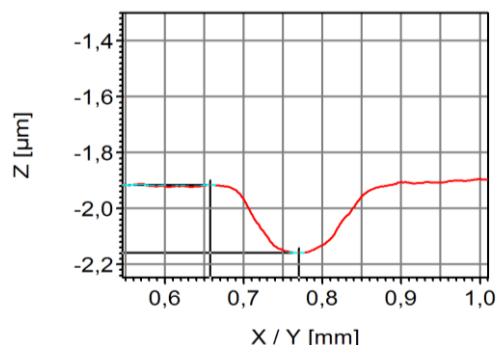


Abb. 5 Messung eines Tiefeneinstellnormals der Fa. Halle; Angegebene Rillentiefe: 251 nm; Gemessene Rillentiefe: 245 nm

In einem weiteren Schritt wurden erste Messungen an Diamantwerkzeugen auf der Maschine durchgeführt. In Abb. 6 ist das Ergebnis der Messung eines Asphärenwerkzeuges (Fertigungsvorgabe für den Scheitelradius: 1mm) mit dem 2D-Sensor dargestellt. Zur Extraktion der Schneidkante wurde eine Kantendetektion des Schattenbildes durchgeführt. Die Bestimmung des Scheitelradius erfolgte mittels Fitting eines Kreises in die Messung und dieser mit einem Wert von 1,023 mm bestimmt. Dadurch konnte gezeigt werden, dass es prinzipiell möglich ist, Diamantwerkzeuge auf der Maschine zu vermessen.

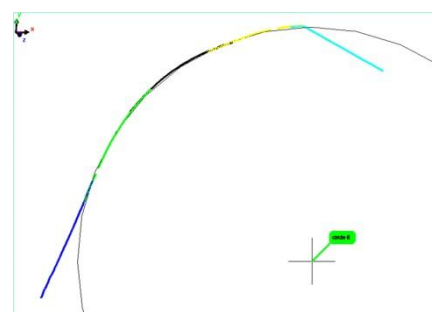


Abb. 6 Extrahierter Kantenverlauf eines Diamantwerkzeugs. Messung mit dem 2D Sensor und Kantendetektion über digitaler Bildverarbeitung. Einfitten eines Kreises zur Bestimmung des Scheitelradius

Literatur

- [1] Brecher, C., Sobotka, A., Wenzel, A., iTool Design of a diamond grinding and lapping machine, - In: Proceedings of the euspen International Conference (2010)
- [2] Kino, G., S., Chim, S., S., C., Mirau correlation microscope, - In: Applied Optics 29, 3775–3783 (1990)