

# Neuartiges Präzisions-Feinbohrwerkzeug für den Submikrometer-Bereich

## Ziel

Das Ziel dieses Forschungsvorhabens bestand darin, ein verstellbares Präzisions-Feinbohrwerkzeug zu entwickeln, das eine fein justierbare Präzisionsmechanik und zugleich ein präzises Wegmesssystem enthält. Damit soll es ermöglicht werden, die Schneidenposition des Werkzeugs im Submikrometer-Bereich einzustellen. Ein derartiges Werkzeug hat gegenüber bekannten Werkzeugen mit einstellbarer Schneide und einem Nonius zum Ablesen der Einstellung der Schneide folgende Vorteile:

- präziseres und prozesssicheres Einstellen
- Verringerung der Einstellzeit
- verbesserte Handhabung/Bedienung
- Vermeidung von Einstellfehlern

Die Genauigkeit des Wegmesssystems für das zu entwickelnde Werkzeug soll eine Genauigkeit von  $0,5 \mu\text{m}$  erreichen und relativ kostengünstig herstellbar sein. Zudem muss das Messsystem entsprechend robust gegenüber den Einflüssen in einer Werkzeugmaschine auch während der Zerspanung sein.

## Ergebnisse

Für die Umsetzung dieser Ziele ist ein Werkzeug mit einer eng tolerierten, passgenau gefertigten Präzisionsmechanik zum feinfühlig Einstellen der Werkzeugschneide notwendig. Für das Messsystem kamen robuste und kostengünstige magnetoresistive Sensoren und entsprechende magnetische Maßstäbe zum Einsatz.

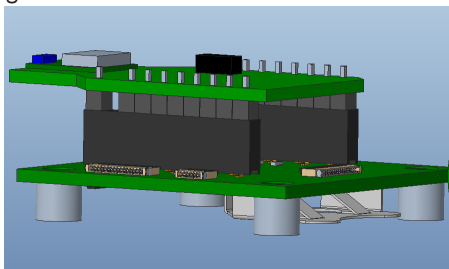


Bild 1: Elektronik- und Sensorikkomponenten im Werkzeug (Entwurf)

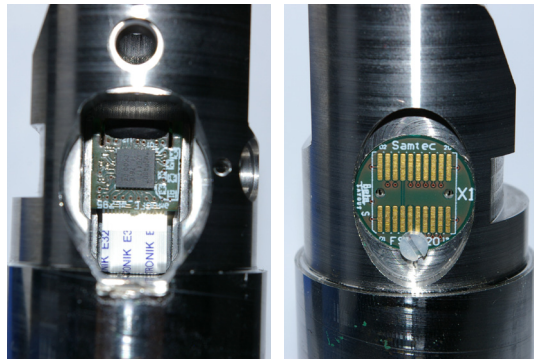


Bild 2: Bildausschnitt - Versuchswerkzeug mit integriertem Messsystem

Die exakte Führung der Verstelleinheit und Fertigung der mechanischen Komponenten, sowie präzise Elektronikbestückungstechnologien wie CoB (Chip on Board) sind Grundlage für die korrekte Positionierung der Sensoren zu den Maßverkörperungen. Um die hohen Genauigkeitsanforderungen erfüllen zu können, wurde ein absolutes Messsystem mit zwei Sensoren und zwei Maßverkörperungen auf Basis des Noniusprinzips aufgebaut. Außerdem wurden modulare Elektronikkomponenten (Bild 1) zur Datenaufbereitung und Kommunikation mit einem Anzeigegerät entwickelt. Für die dabei verwendeten Ultra-Low-Power-Mikrocontroller wurde entsprechende Software entwickelt, welche die Sensordaten aufbereitet, die Position berechnet und die Kommunikation mit einer Anzeige sicherstellt. Für die Datenaufbereitung wurde ein Algorithmus entwickelt, der Offset-, Amplituden- und Phasenfehler der Sensorsignale korrigiert, wodurch erst die hohe Genauigkeit des Messsystems ermöglicht wird. Die Positionsberechnung erfolgt in einem angepassten Ablauf, da sich Messabweichungen der Sensoren hierbei im Gegensatz zu einer standardmäßigen Berechnung der absoluten Position im Ergebnis deutlich weniger auswirken. Die Kommunikation des Werkzeugs mit einem

Anzeigegerät kann wahlweise kabelgebunden mit einer seriellen Schnittstelle z.B. über einen Mikro-USB-Anschluss oder auch drahtlos über Bluetooth erfolgen. Als Anzeigegerät kann ein PC, Tablet oder Smartphone mit einer entsprechenden App eingesetzt werden. Die entwickelte Elektronik ist modular gestaltet, so dass sie flexibel eingesetzt werden kann. Dadurch lassen sich die einzelnen Komponenten

des Messsystems, z.B. die Sensoren und/oder die Kommunikationsschnittstelle, an andere Anwendungen kundenspezifisch anpassen.

## Zusammenfassung

Im Ergebnis wurde ein Präzisions-Feinbohrwerkzeug mit einem absoluten, true-power-on-fähigen, magnetoresistiven Messsystem entwickelt, aufgebaut und dessen Funktionalität im Zerspanungsversuch nachgewiesen. Die Abweichungen des integrierten Messsystems liegen gesichert bei  $\pm 0,4 \mu\text{m}$  über dem Verstellweg (Bild 3). Durch die feinfühlig einstellbare Präzisionsmechanik und das genaue Messsystem wird die Einstellung der Schneidenposition im Submikrometerbereich ermöglicht. Mit der digitalen Anzeige der Positionswerte und der präzisen Einstellmöglichkeit wurden alle o.g. Ziele erreicht.

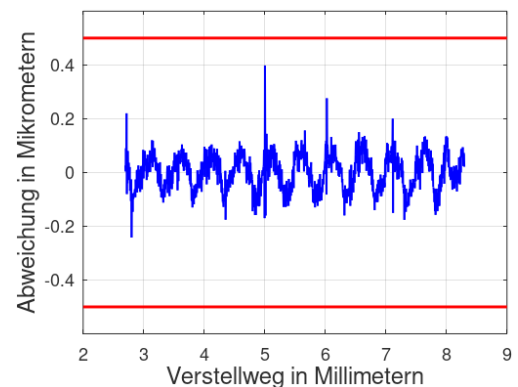


Bild 3: Abweichung vom Idealwert 0 über den Verstellweg

Gefördert durch:  
Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



GFE - Gesellschaft für Fertigungstechnik und Entwicklung Schmalkalden e.V.

Näherstillter Str. 10 • 98574 Schmalkalden

Tel.: +49 3683 6900-39 • Fax: +49 3683 6900-16 • e-mail: s.marr@gfe-net.de

Ansprechpartner:

Stefan Marr, M.Sc.