



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
KAISERSLAUTERN



Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation

Jan Engmann

**Galvanisch gebundene
Mikroschleifstifte – Entwicklung,
Herstellung und Einsatz**

**Produktionstechnische Berichte aus dem FBK
Band 01/2011**

Herausgeber: Prof. Dr.-Ing. Jan C. Aurich

Inhaltsverzeichnis

English Summary	II
Abkürzungen und Formelzeichen	V
1 Einleitung	1
2 Ausgangssituation und Stand der Technik	4
2.1 Herstellung kleinster Strukturen und Bauteile	4
2.1.1 Spanende Mikrobearbeitung	5
2.1.2 Spanlose Mikrobearbeitung	9
2.2 Schleifen als Mikrobearbeitungsverfahren	13
2.2.1 Kinematik des Schleifprozesses mit Mikroschleifstiften	17
2.2.2 Mechanismen der Werkstofftrennung	18
2.2.3 Verschleiß der Schleifwerkzeuge	21
2.3 Maschinenstrukturen für die spanende Mikrofertigung	22
2.4 Zusammenfassende Bewertung	26
3 Zielsetzung und Vorgehensweise	28
3.1 Ziele	28
3.2 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit	29
4 Werkzeuggestaltung	32
4.1 Hauptanwendungen und Anforderungen	32
4.2 Rohlingdesign und -herstellung	33
4.2.1 Geeignete Fertigungsverfahren	33
4.2.2 Rohlinggeometrie	35
4.2.3 Material für den Schleifstiftgrundkörper	37
4.3 Geeignete Beschichtungsverfahren	38
5 Maschine zur Herstellung von Mikroschleifstiften	40
5.1 Anforderungen an das Maschinensystem	40
5.2 Maschinenkonzept	41
5.2.1 Kinematik des Anschleifens	41
5.2.2 Lagerung und Antrieb der Mikroschleifstiftrohlinge	44
5.2.3 Galvanische Beschichtungsanlage / Aufbringen der Schleifkörner	47
5.2.4 Maschinendesign und Steuerung	52
5.3 Verifizierung der Maschinengenauigkeiten	55
5.4 Werkzeugherstellung und Eigenschaften	61
6 Versuchs- und Messtechnik	64
6.1 Maschinensystem, Werkzeuge und Werkstoffe	64
6.2 Messtechnik und Auswertung	67
6.2.1 Prozessgrößen	67
6.2.2 Prozessergebnisgrößen	69
6.3 Versuchsaufbau	71
7 Technologische Untersuchungen	74
7.1 Schleifen mit angestellter Spindel	74
7.2 Schleifen mit gerader Spindel	82
7.3 Bearbeitung nichtmetallischer, spröder Werkstoffe	85
8 Optimierungen und Grenzen	88
8.1 Werkzeugoptimierung	88
8.1.1 Angepasstes Werkzeugdesign	88
8.1.2 EDM-Anlage zur Werkzeugoptimierung	90
8.1.3 Schleifen mit optimierten Mikroschleifstiften	94
8.2 Grenzen der Werkzeugdimensionen	97
9 Zusammenfassung und Ausblick	99
10 Literatur / Quellenverzeichnis	104