

IGF-Projekt EmmaV

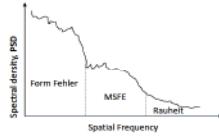
Entstehungsmechanismen mittelfrequenter Fehler und deren aktive Vermeidung

F.O.M.-Konferenz 2018: TRENDS BESCHLEUNIGEN DURCH THEMENOFFENE TRANSFERPROJEKTE

Motivation

Bei hochwertigen Optikflächen können Fehler im mittleren Frequenzband zwischen Formabweichung und Rauheit (Mid-Spatial Frequency Errors, MSFE) dazu führen, dass die Optiken auf Grund des resultierenden Beugungs- und Streulichtanteils nicht verwendet werden können.

- Ziele des Projekts
- **Definition** von MSFE
 - Systematische **Beschreibung** von MSFE
 - **Identifizieren** in der Fertigung
 - **Vermeiden** durch aktive Anpassung der Bearbeitungsparameter



Forschungsstellen und Kontaktpersonen

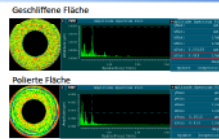


Prof. Dr.-Ing. Rolf Rascher rolf.rascher@th-deg.de
 Dr. Olga Kukso volha.kukso@th-deg.de

Prof. Dr. Rainer Börret rainer.boerret@hs-aalen.de
 M. Sc. Mario Pohl mario.pohl@hs-aalen.de

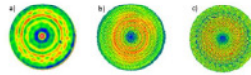
MSFE

Kritische mittelfrequente Fehler entstehen u.a. im Bearbeitungsschritt Schleifen im Punktkontakt. Im nachfolgenden Polieren können auf diesen Oberflächen die erzeugten mittelfrequenten Fehler nicht wieder entfernt werden. Auf dem Bild kann man sehen, dass MSFE erzeugt nach dem Schleifen wird nach dem Polieren nicht entfernt.



Einflussgröße: Maschine (Steifigkeit, Steuerung, ...), Werkzeug (Geometrie, Spezifikationen), Prozess Bearbeitungsparameter (Spiral Bahnabstand, Werkzeugdrehzahl, Bahngeschwindigkeit, Werkstückdrehzahl, ...), Werkstück (Geometrie, Spezifikationen).

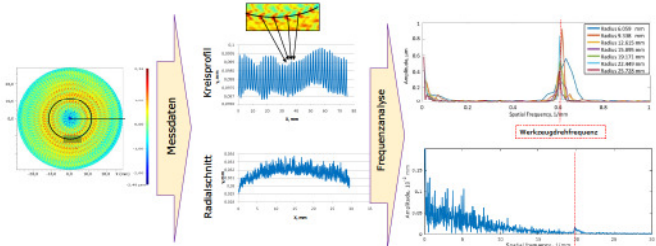
Werkstück + Werkzeug = Fläche Topography



Beispiel mittelfrequenter Strukturen, erzeugten während des Schleifens im Spiralmodus

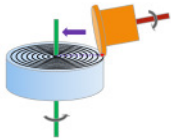
Messverfahren

Geschliffene Flächen können wir mit Tastermesssystemen messen. Um den mittelfrequenten Bereich zu erfassen messen wir Kreisprofile und radiale Schnitte

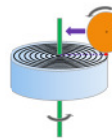


Messergebnisse der Proben

Sämtliche Proben wurden mit einer spiralförmigen Werkzeugbahn und einem Topfwerkzeug und einer Scheibwerkzeug auf Schleifmaschinen gefertigt. Die jeweiligen Bearbeitungsparameter können der Tabelle entnommen werden. Nach dem Vermessen der Oberfläche der jeweiligen Probe sind die MSFE deutlich sichtbar. Die Wellenlänge entsprechen dem Ratio zwischen der Bahngeschwindigkeit und der Werkzeugdrehzahl.



TOFF	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5
Werkstückradius:	31 mm	31 mm	31 mm	31 mm	31 mm
Werkzeugradius:	45 mm	45 mm	45 mm	45 mm	45 mm
Spiralbahnradius:	0,05 mm	0,05 mm	0,05 mm	0,05 mm	0,05 mm
Werkzeugdrehzahl:	2971 U/min	1912 U/min	1912 U/min	1912 U/min	10650
Bahngeschwindigkeit:	5000 mm/min	5000 mm/min	7769 mm/min	3218 mm/min	1000
Bahngeschwindigkeit/ Werkzeugdrehzahl (berechnet)	1,68 mm	2,62 mm	4,06 mm	1,68 mm	0,99 mm
Realer Abstand zwischen periodischen Strukturen	1,66 mm	2,57 mm	4,1 mm	1,67 mm	nicht erkennbar

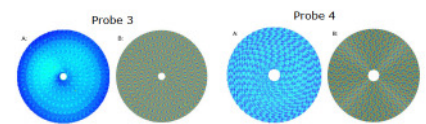
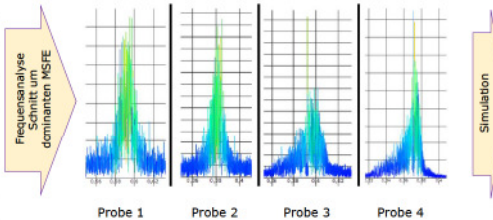


SCHIBE	Probe 6	Probe 7	Probe 8	Probe 9	Probe 10	Probe 11
Werkstückradius:	22,5 mm	22,5 mm	22,5 mm	22,5 mm	22,5 mm	22,5 mm
Werkzeugradius:	50 mm	50 mm	50 mm	50 mm	50 mm	50 mm
Spiralbahnradius:	0,1 mm	0,1 mm	0,05 mm	0,05 mm	0,05 mm	0,05 mm
Werkzeugdrehzahl:	2971 U/min	1912 U/min	2971 U/min	1912 U/min	2971 U/min	1912 U/min
Bahngeschwindigkeit:	5000 mm/min	5000 mm/min	5000 mm/min	5000 mm/min	7000 mm/min	7000 mm/min
Bahngeschwindigkeit/ Werkzeugdrehzahl (berechnet)	1,68 mm	2,62 mm	1,68 mm	2,62 mm	2,36 mm	3,66 mm
Realer Abstand zwischen periodischen Strukturen	1,77 mm	2,64 mm	1,73 mm	2,65 mm	2,35 mm	3,58 mm

Simulation der MSFE

Auf Grund des entdeckten Zusammenhangs zwischen Schleifparametern und MSFE ist es möglich die im Schleifprozess entstehenden MSFE zu simulieren. Hierzu muss die Verteilungskurve der Schwingungen der jeweiligen Maschine bzw. des jeweiligen Werkzeugs bekannt sein. Die Frequenzen verteilen sich je nach Maschine und Werkzeug unterschiedlich um die errechnete Werkzeugfrequenz (Bahngeschwindigkeit/ Werkzeugdrehzahl). Bei derselben Maschine mit selben Werkzeug entsteht jedoch immer die gleiche Verteilung der Frequenzen. Wenn dies einmal bekannt ist, ist es möglich die im Schleifprozess entstehenden MSFE mittels Simulation vorher zu sagen.

	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
Arbeitsmodus	Konstante Bahngeschwindigkeit			
Werkzeug	Scheibe	Scheibe	Scheibe	Topf
Bahn	Spiral	Spiral	Spiral	Spiral
Bahnabstand	0,05 mm	0,05 mm	0,05 mm	0,05 mm
Bahngeschwindigkeit	5000 mm/min	5000 mm/min	5000 mm/min	5000 mm/min
Werkzeugdrehzahl	2971 U/min	1912 U/min	1912 U/min	1912 U/min
Maschine	Satisloh SPM 140	Satisloh SPM 140	Optotech ASM 100	Satisloh SPM 140



Vergleich zwischen gefilterten realen Messergebnis (A) und Simulation (B) für Proben 3 und 4, wo die Frequenzverteilung Normalverteilung nah ist.

IGF-Projekt 18564 N der



F.O.M.
 Forschungsvereinigung Feinmechanik,
 Optik und Medizintechnik e. V.

Gefördert über die AIF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Gefördert durch:

 aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Forschungsstellen

- Technische Hochschule Deggendorf, Optical Engineering
- Hochschule Aalen, Zentrum für Optische Technologien

Projektlaufzeit 01.01.2017 - 30.06.2019

BMW-Fördersumme EUR 475.740

Industriemittel EUR 128.040

Projektbegleitender Industrieausschuss

- asphericon GmbH (KMU)
- Berliner Glas KGaA
- Carl Zeiss Jena GmbH
- Carl Zeiss SMT GmbH
- FISBA OPTIK AG (KMU)
- JENOPTIK Optical Systems GmbH
- Leica Camera AG
- Leica Microsystems GmbH
- Opteg GmbH (KMU)
- OptoTech Optikmaschinen GmbH (KMU)
- POG Präzisionsoptik Gera GmbH (KMU)
- Qloptiq Photonics GmbH & Co. KG
- Satisloh AG