

BERICHTE AUS DEM  
INSTITUT FÜR  
UMFORMTECHNIK UND  
UMFORMMASCHINEN  
UNIVERSITÄT HANNOVER

**IFUM**  
PRODUKTIONSTECHNIK

Dipl.-Ing. Benedikt Laackman, Bremen

# **Beitrag zur fraktalen Beschreibung technischer Oberflächen**

Fortschritt-Berichte VDI

Reihe **5**: Grund- und Werkstoffe

Nr. **456**

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Symbolverzeichnis</b>	<b>VII</b>
<b>1 Einleitung und Zielsetzung</b>	<b>1</b>
<b>2 Konventionelle Oberflächenbeschreibung</b>	<b>3</b>
2.1 Oberflächenrauheit und technische Normung . . . . .	3
2.1.1 Ordnungen von Gestaltabweichungen . . . . .	4
2.1.2 Rauheitskennwerte . . . . .	5
2.2 Oberflächenzustand und tribologisches Verhalten . . . . .	8
<b>3 Fraktale Oberflächenbeschreibung</b>	<b>10</b>
3.1 Dimensionsbegriffe . . . . .	10
3.2 Objektvermessung . . . . .	11
3.3 Die Koch-Kurve . . . . .	13
3.4 Fraktale . . . . .	14
3.4.1 Selbstähnlichkeit, Selbstaffinität . . . . .	15
3.4.2 Fraktale Oberflächendarstellung . . . . .	17
3.5 Die Weierstrass-Mandelbrot-Funktion . . . . .	18
3.5.1 Version nach Mandelbrot . . . . .	18
3.5.2 Version nach Majumdar/Bhushan . . . . .	19
3.5.3 Eine erweiterte Version . . . . .	20
3.5.4 Funktionseigenschaften . . . . .	22
3.6 Physikalischer Hintergrund . . . . .	27
3.7 Grenzen der fraktalen Oberflächenbeschreibung . . . . .	28

<b>4</b>	<b>Oberflächenerfassung</b>	<b>30</b>
4.1	Methoden . . . . .	30
4.2	Messungen . . . . .	33
4.3	Ermittlung der fraktalen Parameter . . . . .	34
<b>5</b>	<b>Experimentelle Untersuchungen zum fraktalen Oberflächenmodell</b>	<b>39</b>
5.1	Versuchsplan . . . . .	40
5.2	Freie Umformung ohne Werkzeugkontakt . . . . .	41
5.3	Streifenziehversuch mit paralleler Ziehbacke . . . . .	47
5.4	Streifenziehversuch mit Umlenkung . . . . .	49
5.5	Fraktale Beschreibung von <i>Lasertex</i> -Oberflächen . . . . .	53
<b>6</b>	<b>Implementierung in ABAQUS/Standard</b>	<b>54</b>
6.1	Reibgesetz . . . . .	54
6.2	Beschreibung der verwendeten Unterprogramme . . . . .	57
6.3	Beispielrechnungen . . . . .	59
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>61</b>
	<b>Abbildungen</b>	<b>63</b>
	<b>Tabellen</b>	<b>103</b>
	<b>Literatur</b>	<b>106</b>