

Inhaltsverzeichnis

Danksagung.....	i
Abkürzungsverzeichnis.....	vii
Formelzeichen.....	viii
Kurzfassung	xi
Abstract	xiii
1 Einleitung.....	1
2 Stand der Technik.....	4
2.1 Grundlagen der Gesteinsbearbeitung	4
2.1.1 Gestein als Werkstoff	4
2.1.2 Werkzeuge für die Gesteinsbearbeitung	6
2.1.3 Spanbildungsmechanismen	9
2.1.4 Verschleißmechanismen.....	10
2.1.5 Einsatz von Kühlschmiermitteln	12
2.2 Analyse der Gesteinsbearbeitung	13
2.2.1 Einzelkornuntersuchungen	13
2.2.2 Mehrkornuntersuchungen.....	16
2.2.3 Untersuchungen mit Ultraschallüberlagerung.....	18
2.3 Ultraschallsysteme in der Zerspanung	22
2.3.1 Möglichkeiten der Schwingungserzeugung	22
2.3.2 Möglichkeiten der Schwingungseinkopplung.....	23
2.3.3 Funktionsprinzip piezoelektrischer Ultraschallsysteme	24
2.3.4 Auslegung von piezoelektrischen Verbundschwingern	27
2.4 Modellierung der Zerspanprozesse	28
2.4.1 Modellierung der Gesteinsbearbeitung	30
2.5 Optimierung technischer Systeme.....	31
2.5.1 Grundlagen der Optimierung	31
2.5.2 Optimierung in der Fertigungstechnik	34
2.6 Fazit zum Stand der Erkenntnisse	35

3 Motivation, Zielsetzung und Vorgehensweise	37
4 Untersuchung des ultraschallunterstützten Bohrschleifprozesses	40
4.1 Äußere Analyse des ultraschallunterstützten Bohrschleifprozesses	40
4.1.1 Versuchsmaschine.....	40
4.1.2 Ultraschallsystem	41
4.1.3 Versuchswerkzeug und Probenwerkstoff.....	42
4.1.4 Messtechnik zur Erfassung der Prozessbelastungen.....	43
4.1.5 Planung der Bohrschleifversuche.....	44
4.2 Diskussion der Bohrschleifergebnisse	47
4.3 Fazit zur experimentellen Untersuchung des ultraschallunterstützten Bohrsleifprozesses.....	52
5 Synthese des Optimierungsansatzes	53
5.1 Funktionale Dekomposition	53
5.2 Definition des Optimierungssystems	60
5.3 Definition des Optimierungsalgorithmus.....	63
5.4 Fazit zur Systemanalyse des Optimierungsansatzes	65
6 Modellierung des ultraschallunterstützten Bohrschleifprozesses	66
6.1 Voraussetzungen und Randbedingungen der Modellierung	66
6.2 Werkzeugmodellierung.....	68
6.2.1 Schleifkornmodellierung.....	70
6.2.2 Kornverteilung	73
6.2.3 Kornkonzentration	75
6.2.4 Validierung und Verifizierung des Werkzeugmodells.....	77
6.3 Werkstückmodellierung.....	77
6.3.1 Werkstückgeometrie	77
6.4 Materialabtragmodellierung.....	79
6.4.1 Synchronisierung der Werkzeug- und Werkstückmodelle	80
6.4.2 Prozesskinematik / Inkrementierung des Materialabtrags	82
6.5 Spanbildungsmodellierung / Materialabtragmodell.....	83

6.5.1	Berechnung des Primärspans	86
6.5.2	Berechnung des Sekundärspans	86
6.5.3	Berechnung des Gesamtspans	87
6.6	Prozesskraftmodellierung.....	88
6.7	Fazit zur Modellierung des ultraschallunterstützten Bohrschleifprozesses	91
7	Ritzuntersuchungen	92
7.1	Versuchsaufbau	92
7.1.1	Linearprüfstand	93
7.1.2	Ultraschallsystem	93
7.1.3	Messtechnik und Analytik.....	94
7.2	Vorbereitung und Durchführung der Versuche.....	95
7.2.1	Werkzeug	96
7.2.2	Diamanten	96
7.2.3	Werkstoff.....	103
7.2.4	Methoden zur Planung und Auswertung der Ritzuntersuchungen.....	104
7.3	Einfluss der Prozessgrößen	108
7.3.1	Analyse des qualitativen Einflusses	108
7.3.2	Analyse des quantitativen Einflusses	113
7.4	Fazit zu den experimentellen Einkornuntersuchungen	116
8	Optimierung des ultraschallunterstützten Bohrschleifprozesses	117
8.1	Optimierungsdurchführung	117
8.2	Bohruntersuchungen mit beiden Schwingungsgebilden	120
8.2.1	Aufbau, Vorbereitung und Durchführung der Bohrversuche.....	120
8.2.2	Ergebnisse der Bohruntersuchungen.....	121
8.3	Fazit zur Optimierung des ultraschallunterstützten Bohrschleifprozesses.....	123
9	Zusammenfassung und Ausblick	124
9.1	Zusammenfassung.....	124
9.2	Ausblick	125
10	Literaturverzeichnis.....	127