

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen	III
Formelzeichen und Indizes	V
1 Einleitung	1
2 Stand der Technik	3
2.1 Tiefbohren.....	3
2.2 Ejektortiefbohren	9
2.2.1 Grundlegendes Funktionsprinzip und technischer Aufbau	9
2.2.2 Strömungscharakteristische Grundlagen und hydraulische Kennzahlen.....	17
2.2.3 Konzepte zur Effizienzsteigerung beim Ejektortiefbohren.....	22
2.3 Fertigung additiver Werkzeuge.....	27
2.4 Modellierungstechniken.....	30
3 Zielsetzung und Methoden	33
4 Experimentelle Randbedingungen	35
4.1 Werkzeugmaschine	35
4.2 Ejektorsystem.....	38
4.3 Werkstoffe und Versuchswerkstücke.....	41
4.4 Mess- und Analysetechnik	43
4.4.1 Telemetriesystem zur kontaktlosen Messdatenübertragung.....	43
4.4.2 Volumenstrom- und Fluiddruckmessung.....	44
4.4.3 Mechanische Werkzeugbelastung.....	49
4.4.4 Temperatur erfassung	51
4.4.5 Spanbildung- und Strömungsanalyse	53
4.4.6 Werkzeugverschleißanalyse.....	55
5 Technologische Grundlagenuntersuchungen	57
5.1 Strömungsanalyse des Kühl schmierstoffs beim Ejektortiefbohren	57
5.1.1 Analyse des KSS-Teilungsverhältnisses im Werkzeugsystems.....	57
5.1.2 Analyse der Druck- und Volumenstromverhältnisse beim Eintritt des Ejektoreffekts	62
5.1.3 Optische Analyse der Strömungscharakteristika im Ejektorsystem.	69
5.2 Charakterisierung des thermomechanischen Belastungskollektivs beim Ejektortiefbohren	75

5.2.1	Analyse der mechanischen Werkzeugbelastung.....	75
5.2.2	Analyse des thermischen Belastungskollektivs.....	80
5.3	Spanbildungsanalyse beim Ejektortiefbohren.....	86
6	Entwicklung und Fertigung strömungsoptimierter Ejektortiefbohrwerkzeuge	97
6.1	Entwicklung optimierter Ejektorwerkzeuge	98
6.1.1	Konstruktive Ausführung und Belastungsanalyse der Optimierungsmaßnahmen	98
6.1.2	Analyse der KSS-Strömung der modifizierten Bohrköpfe	109
6.2	Additive Fertigung der Ejektorwerkzeuge.....	115
6.3	Einsatzversuche	123
7	Zusammenfassung und Ausblick	129
8	Literaturverzeichnis	133