

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 Temperaturerfassung	51
4.4.5 Spanbildungs- und Strömungsanalyse	53
4.4.6 Werkzeugverschleißanalyse.....	55
5 Technologische Grundlagenuntersuchungen	57
5.1 Strömungsanalyse des Kühlschmierstoffs 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