

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>8</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>12</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>14</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>17</b>
1.1 Motivation.....	17
1.2 Aufgabenstellung und Lösungsweg.....	18
<b>2 Grundlagen</b> .....	<b>21</b>
2.1 Energie- und ressourceneffiziente Gestaltung der Produktion.....	21
2.1.1 Technologische Ansätze zur energieeffizienten Prozessketten- und Prozessgestaltung.....	24
2.1.2 Energie- und Ressourceneffizienz beim Spanen.....	25
2.2 Kühlschmierstrategien bei der spanenden Bearbeitung.....	29
2.2.1 Anforderungen und Ziele der Kühlschmierung.....	29
2.2.2 Nassbearbeitung – Überflutungskühlschmierung.....	31
2.2.3 Minimalmengenschmierung.....	33
2.2.4 Trockenbearbeitung.....	36
2.2.5 Kryogene Kühlung.....	38
2.2.6 Übergeordneter technologischer und ressourcenspezifischer Vergleich der Kühlschmierstrategien.....	57
2.3 Bohren ins Volle mittels Spiralbohrer.....	60
2.3.1 Verfahrensbesonderheiten und Werkzeuggeometrien.....	61
2.3.2 Kräfte, Momente und Energieberechnung.....	63
<b>3 Zielsetzung der Arbeit und Vorgehensweise</b> .....	<b>65</b>
3.1 Ziele.....	65
3.2 Vorgehensweise.....	66
<b>4 Experimentelle Analyse der Ressourcenverbräuche beim Bohren</b> .....	<b>67</b>
4.1 Betrachtungsraum, -größen und Versuchsaufbau.....	67
4.2 Analyse – Einfluss der Bearbeitungsparameter bei Überflutungskühlschmierung.....	70
4.2.1 Parameterwahl und Versuchsaufbau.....	70
4.2.2 Ergebnisse.....	72
4.2.3 Diskussion.....	79
4.3 Analyse – Energetischer und ressourcenspezifischer Vergleich konventioneller Kühlschmier-systeme.....	83

4.3.1	Parameterwahl und Versuchsaufbau.....	83
4.3.2	Ergebnisse .....	86
4.3.3	Diskussion .....	93
4.4	Analyse – Kryogene Kühlung und angepasste Werkzeugkonzepte.....	96
4.4.1	Parameterwahl und Versuchsaufbau.....	97
4.4.2	Ergebnisse .....	98
4.4.3	Diskussion .....	101
4.5	Ökonomischer und ökologischer Vergleich der Bearbeitungsstrategien ..	106
<b>5</b>	<b>Ressourceneffiziente Gestaltung der kryogenen Kühlung beim Bohren.</b>	<b>111</b>
5.1	Temperaturverteilung am kryogen gekühlten Bohrer .....	112
5.1.1	Experimentelle Analyse der Temperaturverteilung .....	113
5.1.2	Modellierung der kryogenen Kühlung am Bohrwerkzeug .....	115
5.2	Kryogen gekühlter Bohrer und Werkstück .....	123
5.2.1	Temperaturverteilung am kryogen gekühlten Werkzeug und Werkstück.....	123
5.2.2	Vergleich des Abkühlverhaltens mit und ohne Werkstück .....	126
5.3	Modellierung des Bohrprozesses mit kryogener Kühlung sowie experimentelle Verifikation.....	128
5.3.1	Modellbildung Bohren.....	128
5.3.2	Temperaturen beim kryogen gekühlten Bohren .....	130
5.3.3	Verifikation der Simulationsergebnisse.....	133
5.4	Vergleich des gekühlten und ungekühlten Bohrprozesses mit verschiedenen Bohrwerkzeugen.....	134
5.5	Berechnung der Temperaturverteilung an der Schneide im anwendungsnahen Bohrzyklus .....	138
5.6	Methodik zur Bestimmung des minimalen Kühlmittelbedarfs.....	143
<b>6</b>	<b>Ableitung von Strategien zur Prozessgestaltung beim Bohren.....</b>	<b>149</b>
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>153</b>
<b>8</b>	<b>Ausblick .....</b>	<b>157</b>
<b>9</b>	<b>Literaturangaben .....</b>	<b>159</b>
<b>10</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>173</b>