

Inhaltsverzeichnis

Formelverzeichnis	iv
Abkürzungsverzeichnis	vi
1 Einleitung	1
2 Stand der Technik und wissenschaftlichen Kenntnisse	4
2.1 Tribologische Bedingungen in der Metallbearbeitung	4
2.2. Kühlschmierstoffe	7
2.2.1 Einteilung, Zusammensetzung und Anforderungen	7
2.2.2 Kühlschmierstoffe in der Fertigung	14
2.3 Mikroorganismen in Kühlschmierstoffen	17
2.3.1 Mikroorganismen und deren Zellbestandteile	17
2.3.2 Biofilme	20
2.3.3 Beeinflussung der KSS-Chemie durch Mikroorganismen	22
2.4 Gezielter Einsatz von Mikroorganismen in der Fertigung	28
2.4.1 Mikroorganismen als Leitkeim	28
2.4.2 Biomachining	28
2.5 Fazit zum Stand der Technik und der wissenschaftlichen Kenntnisse	30
3 Zielsetzung und methodische Vorgehensweise	31
4 Versuchstechnik	36
4.1 Versuchsmaschinen und Geräte	36
4.1.1 Werkzeugmaschinen	36
4.1.2 Tribotester für tribologische Modellversuche	36
4.1.3 Bead-Beater zur gezielten Herbeiführung eines Zellaufschlusses	37
4.2 Mess- und Analysegeräte	38
4.2.1 Aufbau zur Ermittlung der Zerspankräfte	38
4.2.2 Auswertung der tribologischen Modellversuche und des Werkzeugverschleißes	38
4.2.3 Bestimmung der Oberflächentopographie	39
4.2.4 Analyse der Mikroorganismenspezies	39
4.2.5 Ermittlung der Zellzahl und des Zellvolumens	40
4.2.6 Untersuchung mikrobieller Speicherstoffe und der Feinstruktur der Zellen	41
4.2.7 Partikelgrößenbestimmung	41
4.2.8 Untersuchung der Stabilität mikrobiell basierter KSS	41
4.2.9 Kühlschmierstoffüberwachung	42
5 Werkstoff sowie mikrobiell basierte und konventionelle KSS	44
5.1 Wälzlagerstahl 100Cr6	44
5.2 Versuchsorganismen	44

5.3 Kommerzieller KSS und verwendeter Korrosionsschutz.....	51
6 Tribologische Modellversuche zur Analyse der Eigenschaften und Wirkmechanismen mikrobiell basierter KSS	53
6.1 Tribologische Untersuchungen zur Validierung des Testsystems und zur Analyse der Einflussgrößen.....	54
6.1.1 Modifizierung des Brugger-Tribotesters.....	54
6.1.2 Der Einfluss der Wasserhärte.....	56
6.1.3 Der Einfluss des verwendeten Nährmediums	58
6.1.4 Abschätzung der während der tribologischen Modellversuche auftretenden Temperaturen.....	59
6.2 Einflussgrößen und mögliche Wirkmechanismen mikrobiell basierter KSS	61
6.3 Verifizierung bzw. Falsifizierung der Hypothese zu den Wirkmechanismen der Mikroorganismen	64
6.3.1 Der Einfluss der Zellzahl und des Zellvolumens	64
6.3.2 Der Einfluss mikrobieller Mischkulturen	69
6.3.3 Der Einfluss der Zellmorphologie und der Zellstruktur	73
6.3.4 Der Einfluss des tribologischen Modellversuchs auf die Zellintegrität	74
6.3.5 Der Einfluss der von Mikroorganismen gebildeten Speicherstoffe	77
6.3.6 Der Einfluss extrazellulärer polymerer Substanzen	82
6.4 Fazit der tribologischen Modellversuche	85
7 Stabilität mikrobiell basierter Kühlschmierstoffe.....	87
7.1 Langzeituntersuchungen von Mikroorganismen im geschlossenen System	87
7.2 Langzeituntersuchungen mikrobiell basierter KSS im offenen System	89
7.2.1 Langzeituntersuchungen - konventioneller Referenzkühlschmierstoff.....	89
7.2.2 Langzeituntersuchungen - <i>Meyerozyma guilliermondii</i>	93
7.2.3 Langzeituntersuchungen - <i>Micrococcus luteus</i>	95
7.2.4 Langzeituntersuchungen - <i>Pseudomonas oleovorans</i>	97
7.2.5 Langzeituntersuchungen - <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	100
7.3 Fazit der Langzeituntersuchungen	102
8 Übertragung der tribologischen Untersuchungen auf die Werkzeugmaschine.....	104
8.1 Einsatz mikrobiell basierter KSS bei den Verfahren Bohren, Reiben und Gewindeformen	104
8.1.1 Einsatz mikrobiell basierter KSS beim Bohren.....	108
8.1.2 Einsatz mikrobiell basierter KSS beim Reiben.....	113
8.1.3 Einsatz mikrobiell basierter KSS beim Gewindeformen	116
8.1.4 Zusammenfassendes Fazit zum Einsatz mikrobiell basierter KSS bei der Prozesskette der Gewindeherstellung	118
8.2 Leistungsfähigkeit mikrobiell basierter KSS bei der Fräsbearbeitung	119

8.2.1 Zusammenfassendes Fazit zum Einsatz mikrobiell basierter KSS im Fräsprozess	125
8.3 Fazit zur Übertragung tribologischer Modellversuche auf die Werkzeugmaschine	126
9 Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse	127
10 Ausblick und weiterer Forschungsbedarf.....	133
11 Literaturverzeichnis	136