

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Stand der Kenntnisse	2
2.1	Thermische Wirkung der geometrisch bestimmten Zerspanung	2
2.2	Simulation von Temperaturen im Werkstück während der Zerspanung	6
2.2.1	Orthogonalschnitt	8
2.2.2	Fräsen	14
2.3	Wärmestromanteil in das Werkstück	17
2.3.1	Orthogonalschnitt	18
2.3.2	Komplexere Zerspanprozesse	22
2.4	Zusammenfassendes Fazit und Forschungsbedarf	28
3	Ziele und Vorgehensweise	30
3.1	Ziele	30
3.2	Vorgehensweise	31
4	Simulation	33
4.1	Aufbau eines Wärmestromanteilsmodells	33
4.2	Kinematisches Modell	35
4.2.1	Berechnung der lokalen Spannungsdicke	37
4.2.2	Lokale Spannungsdicke für einen exemplarischen Fräsprozess	39
4.3	Bezugsebenen-Modell	41
4.3.1	Aufbau eines numerischen Bezugsebenen-Modells	41
4.3.2	Berechnung des Wärmestromanteils in das Werkstück R_{gesamt}	43
4.4	Wärmestromdichtemodell	44
4.5	Schneidennormalebenen-Modell	48
4.5.1	Berechnung des Wärmestromanteils R_n nach KOMANDURI UND HOU	48
4.5.2	Vergleich des Wärmestromanteils R_n nach WEINER und KOMANDURI UND HOU	52
4.5.3	Beurteilung weiterer Einflussfaktoren auf den Wärmestromanteil R_n	54
4.5.4	Vergleich des Wärmestromanteils R_n mit experimentellen Erkenntnissen	59
4.5.5	Wärmestromanteil R_n für einen exemplarischen Fräsprozess	61
5	Experiment	63
5.1	Versuchsaufbau	63
5.1.1	Werkstücke	65
5.1.2	Werkzeuge	65

5.2 Kraftmessung	66
5.2.1 Messtechnik	66
5.2.2 Auswertemethodik	68
5.2.3 Ergebnisse der Kraftmessung und Vergleich mit Simulation	70
5.3 Scherwinkelermittlung	75
5.3.1 Experimentelle Möglichkeiten der Scherwinkelermittlung	75
5.3.2 Messtechnik	77
5.3.3 Ergebnisse der Scherwinkelermittlung und Vergleich mit Simulation	77
5.4 Temperaturmessung	81
5.4.1 Messtechnik	81
5.4.2 Auswertemethodik	86
5.4.3 Ergebnisse der Temperaturmessung	92
6 Vergleich von Temperaturen und Wärmeströmen aus Simulation und Experiment	94
6.1 Quasi-Orthogonalfräsen	94
6.1.1 Vergleich von Temperaturfeldern für den Stahlwerkstoff	94
6.1.2 Vergleich von Temperaturfeldern für die Aluminiumlegierung	97
6.1.3 Vergleich von Wärmeströmen für den Stahlwerkstoff	102
6.1.4 Vergleich von Wärmeströmen für die Aluminiumlegierung	107
6.2 Stirn-Umfangs-Planfräsen	109
6.2.1 Vergleich von Temperaturfeldern für den Stahlwerkstoff	109
6.2.2 Vergleich von Temperaturfeldern für die Aluminiumlegierung	110
6.2.3 Vergleich von Wärmeströmen für den Stahlwerkstoff	111
6.2.4 Vergleich von Wärmeströmen für die Aluminiumlegierung	113
6.3 Zwischenfazit	114
7 Wärmestromanteil in das Werkstück	116
7.1 Quasi-Orthogonalfräsen	116
7.2 Stirn-Umfangs-Planfräsen	127
7.3 Übertragbarkeit auf veränderte Prozessparameter	130
8 Zusammenfassung und Ausblick	139
8.1 Zusammenfassung	139
8.2 Ausblick	141
9 Literaturverzeichnis	145