
Inhaltsverzeichnis

0	Formel- und Kurzzeichen.....	III
1	Einführung.....	1
2	Stand der Technik	2
2.1	Nickelbasis-Legierungen	2
2.2	Bearbeitung von Nickelbasis-Legierungen.....	3
2.2.1	Schnellarbeitsstahl.....	4
2.2.2	Hartmetall	4
2.2.3	Bornitrid	5
2.2.4	Schneidkeramik	5
2.3	Grundlagen der Zerspanung.....	8
2.3.1	Zerlegung und Berechnung von Kräften.....	8
2.3.2	Energie und Leistung	9
2.3.3	Gleichförmigkeitsgrad	10
2.3.4	Hochgeschwindigkeitsbearbeitung (HSC)	11
2.4	Schaftfräswerkzeuge	13
2.4.1	Arten von Zerspanwerkzeugen	13
2.4.2	Herstellung einteiliger Werkzeuge.....	14
2.4.3	Keramische Schaftwerkzeuge.....	19
2.5	Festigkeit keramischer Bauteile.....	20
3	Zielsetzung und Vorgehen.....	23
4	Werkstoffe und Versuchseinrichtungen	26
4.1	Werkstückwerkstoffe	26
4.2	Schneidstoffe	27
4.3	Werkzeugmaschinen	28
4.4	Messtechnik	30
5	Untersuchung von Werkzeuggeometrie und Fräsprozess.....	33
5.1	Einflüsse auf die Zerspankräfte	34
5.1.1	Fräsverfahren.....	34
5.1.2	Werkzeuggeometrie.....	37
5.2	Einflüsse auf die Festigkeit des Fräswerkzeugs	40
5.2.1	Übergangsbereich.....	40
5.2.2	Spannuten	40
5.2.3	Schneidenteil	44
5.3	Einfluss der Werkstoffpaarung.....	46
5.4	Einfluss der Schnittgeschwindigkeit.....	47
5.5	Einfluss des Spannmittels	49
5.6	Diskussion von Werkzeuggeometrie und Fräsprozess	54
6	Erprobung von Werkzeugen im Zerspanprozess	56
6.1	Geometrische Einflussgrößen	56
6.1.1	Konstanter Gleichförmigkeitsgrad und veränderliche Zähnezahl.....	56
6.1.2	Konstante Zähnezahl und veränderlicher Gleichförmigkeitsgrad.....	58
6.2	Einfluss der Schnittgeschwindigkeit.....	60
6.2.1	Bearbeitung von MAR M247	60
6.2.2	Bearbeitung von Nimonic 90	62

6.2.3	Bearbeitung von Inconel 718.....	63
6.3	Verschleißerscheinungen	65
6.3.1	Werkzeuge aus Sialon-Keramik	66
6.3.2	Werkzeuge aus Whisker-Keramik	72
6.4	Untersuchung von Aufbauschneiden und Spänen	75
6.5	Diskussion der Werkzeugerprobung	78
7	Belastungssimulation.....	81
7.1	Beanspruchung des Werkzeugschafts	81
7.1.1	Einpressen in das Spannmittel	81
7.1.2	Fliehkraft infolge der Rotation	82
7.1.3	Einfluss der Zerspankräfte auf den Spanndruck.....	83
7.2	Beanspruchung der Schneidkante.....	84
7.2.1	Mechanisches Belastungskollektiv	84
7.2.2	Thermisches Belastungskollektiv	88
7.2.3	Kopplung in einem transienten FE-Modell	93
7.2.4	Einfluss der thermischen Beanspruchung auf die Zugspannungen	95
7.3	Diskussion der Belastungssimulation	98
8	Bearbeitungskonzept für eine Turbinenschaufel	100
8.1	Bestimmung der Einsatzpotenziale.....	103
8.2	Mögliche Hauptzeitreduzierungen bei verschiedenen Spindeldrehzahlen.....	105
8.3	Diskussion des Bearbeitungskonzepts	107
9	Zusammenfassung	108
10	Fazit und Ausblick	110
11	Literaturverzeichnis	111