

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	10
Abbildungsverzeichnis	12
Tabellenverzeichnis	17
Abkürzungsverzeichnis und Formelzeichen	18
1 Einleitung	19
2 Stand der Technik	20
2.1 Thermoelektrizität beim Scherschneiden	20
2.1.1 Verfahrenseinteilung	20
2.1.2 Verfahrensprinzip	20
2.1.3 Adhäsiver Verschleiß	22
2.1.4 Seebeck-Koeffizienten und thermoelektrische Ströme	22
2.1.5 Einfluss des Thermostroms auf adhäsiven Verschleiß	23
2.2 Beschichtungstechnik	24
2.2.1 Überblick zu Beschichtungsverfahren	24
2.2.2 Werkzeugbeschichtungen beim Scherschneiden	25
3 Forschungsziel und Vorgehensweise	27
3.1 Forschungsziel	27
3.2 Vorgehensweise	27
4 Versuchs- und Messeinrichtungen	29
4.1 Prüfstand zur Ermittlung des Seebeck-Koeffizienten	29
4.2 Mechanische Schnellläuferpresse	30
4.3 Vierspuriges Versuchswerkzeug	31
4.4 Laserkonfokalmikroskop	32
4.5 Beschichtungsanlagen	32
4.6 Verfahren zur Schichtcharakterisierung	36
5 Werkstoffe	39
6 Ermittlung der Seebeck-Koeffizienten	42
6.1 Werkzeug- und Blechwerkstoffe	42
6.2 Einfluss von Standardbeschichtungen	44
6.3 Einfluss modifizierter Beschichtungen	44
7 Schichtentwicklung	51
7.1 Herstellungsverfahren und Parametervariation	51
7.2 Schichtcharakterisierungen aktueller Werkzeugbeschichtungen	51
7.3 Entwicklung modifizierter Beschichtungen	52
7.4 Aufbau und Optimierung modifizierter Werkzeugbeschichtungen	54
7.4.1 Charakterisierung unbeschichteter Stempel	54

7.4.2	CrAIN – Modifikation von CrN	56
7.4.3	TiAlSiCN – Modifikation von TiN	60
7.4.4	Si-DLC – Modifikation von DLC	64
8	Einzelhubuntersuchungen	67
8.1	Versuchsdurchführung	67
8.2	Unbeschichteter Stempel	67
8.2.1	Thermostrommessungen	67
8.2.2	Verschleißermittlung	68
8.3	CrN-beschichteter Stempel	69
8.3.1	Thermostrommessungen	69
8.3.2	Verschleißermittlung	72
8.4	CrAIN-beschichteter Stempel	73
8.4.1	Thermostrommessungen	73
8.4.2	Verschleißermittlung	74
8.5	Vergleich unbeschichteter, CrN-beschichteter und CrAIN-beschichteter Stempel	76
8.5.1	Thermostrommessungen	76
8.5.2	Verschleißermittlung	77
8.6	TiN-beschichteter Stempel	78
8.6.1	Thermostrommessungen	78
8.6.2	Verschleißermittlung	79
8.7	TiAlSiCN-beschichteter Stempel	80
8.7.1	Thermostrommessungen	80
8.7.2	Verschleißermittlung	81
8.8	Vergleich unbeschichteter, TiN-beschichteter und TiAlSiCN-beschichteter Stempel	82
8.8.1	Thermostrommessungen	82
8.8.2	Verschleißermittlung	82
8.9	DLC-beschichteter Stempel	83
8.9.1	Thermostrommessungen	84
8.9.2	Verschleißermittlung	84
8.10	Si-DLC-beschichteter Stempel	86
8.10.1	Thermostrommessungen	86
8.10.2	Verschleißermittlung	86
8.11	Vergleich unbeschichteter, DLC-beschichteter und Si-DLC-beschichteter Stempel	87
8.11.1	Thermostrommessungen	87
8.11.2	Verschleißermittlung	88
8.12	Temperaturmessung	89

9	Betrachtung von industriellen Schichten.....	91
9.1	CrAlN-basierte Schicht.....	91
9.1.1	Seebeck-Koeffizienten.....	91
9.1.2	Ergebnisse aus Einzelhubversuchen.....	91
9.2	TiAlN-basierte Schicht.....	93
9.2.1	Seebeck-Koeffizienten.....	93
9.2.2	Ergebnisse aus Einzelhubversuchen.....	93
9.3	AlCrN-basierte Schicht.....	94
9.3.1	Seebeck-Koeffizienten.....	94
9.3.2	Ergebnisse aus Einzelhubversuchen.....	95
10	Ergebnisse und Ausblick	97
10.1	Wissenschaftlich-technischer und wirtschaftlicher Nutzen der Ergebnisse für KMU	98
11	Literaturverzeichnis	100
11.1	Normenverzeichnis	102