

## Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung .....	III
Abstract .....	IV
Inhaltsverzeichnis .....	V
Abkürzungsverzeichnis .....	IX
1. Einleitung.....	1
2. Stand der Technik .....	3
2.1. Schleifen von mineralischen Materialien .....	3
2.1.1. Diamant als Schleifmittel .....	6
2.1.2. Metallische Bindematrix.....	9
2.2. Konventionelle Herstellverfahren für Diamant-Schleifwerkzeuge.....	16
2.2.1. Pulvermetallurgische Herstellung .....	16
2.2.1.1. Sintern.....	17
2.2.1.2. Flüssigphasensintern .....	20
2.2.1.3. HeiQ,presen.....	20
2.2.1.4. HeiQ,isostatisches Pressen.....	22
2.2.2. Laten .....	23
2.2.3. Elektrochemische und autokatalytische Beschichtung .....	25
2.2.3.1. Elektrochemische (galvanische) Abscheidung .....	26
2.2.3.2. Autokatalytische (chemische) Abscheidung .....	28
2.2.4. LaserstrahlschweiQ,en.....	28
2.3. Verfahrensalternative Thermisches Spritzen.....	30
2.3.1. Allgemeine Grundlagen zunn Thermischen Spritzen .....	30
2.3.1.1. Schichtbildung und Haftung .....	31
2.3.1.2. Mechanische Verklammerung .....	32
2.3.1.3. Benetzung und metallurgische Wechselwirkungen .....	33
2.3.2. Übersicht der Spritzverfahren .....	34
2.3.3. Thermisches Spritzen von Diamant-Metall-Verbundschichten.....	35
2.3.4. Kinetisches Spritzen von Diamant-Metall-Verbundschichten .....	39
2.3.5. Detonationsspritzen .....	46
3. Zielsetzung und Vorgehensweise .....	49

4.	Experimentelles.....	52
4.1.	Detonationsspritzen.....	52
4.1.1.	Werkstoffe.....	53
4.1.1.1.	Spritzpulver- Matrix.....	53
4.1.1.2.	Spritzpulver- Hartstoff.....	55
4.1.1.3.	Substratwerkstoffe.....	59
4.1.2.	Substratvorbehandlung.....	61
4.1.3.	Substratheizung.....	62
4.1.3.1.	Elektrische Widerstandsh1eizung.....	62
4.1.3.2.	Induktionsheizung.....	63
4.1.4.	Verfahrkinematik.....	64
4.1.5.	Partikeldiagnostik.....	66
4.2.	Schichtanalytik.....	67
4.2.1.	Morphologie und Rauheit.....	67
4.2.2.	Schichthaftung und Schichtkohasion.....	69
4.2.3.	Matrixharte.....	70
4.3.	Einfluss des Spritzprozesses auf den Diamanten.....	71
4.3.1.	Thermische Diamantschadigung.....	72
4.3.1.1.	Differenz-Thermoanalyse und Thermogravimetrie.....	72
4.3.1.2.	Rontgendiffraktometrie.....	73
4.3.1.3.	Raman-Spektroskopie.....	74
4.3.2.	Diamantfestigkeit.....	74
4.3.2.1.	Untersuchung der Schlag1festigkeit (Friability Test).....	74
4.3.2.2.	Untersuchung der Bruchfestigkeit (Fracture Force Test).....	75
4.4.	Pulvermetallurgische Herstellung von Referenzwerkzeugen.....	76
4.5.	Schleifversuche.....	78
4.5.1.	Topfschleifversuch.....	78
4.5.2.	Modellschleifversuch.....	78
4.5.3.	Modellschleifversuch mit uberlagerter linearer Kinematik.....	80

---

5.	Detonationsspritzen von Hartstoffverbundschichten .....	81
5.1.	Modellvorstellung zur DGS-Diamantimplantation .....	81
5.1.1.	Partikelbeschleunigung und Partikelerwärmung im DGS-Prozess	83
5.1.1.1.	Grundlagen der Gasdetonation.....	83
5.1.1.2.	Gas-Partikel-Interaktion beim Detonationsspritzen .....	85
5.1.1.3.	Partikelbeladene Propan--Sauerstoff-Detonation .....	87
5.1.2.	Partikeldiagnostik im DGS-Prozess.....	91
5.1.3.	Partikelimplantation .....	96
5.2.	Einfluss der Substrat- und Matrixtemperatur .....	101
5.2.1.	Warmzugversuche und Warmharteprüfung an Kupfer .....	101
5.2.2.	DGS-Partikelimplantation in geheizte Kupfersubstrate .....	102
5.2.3.	Einfluss der Substrat- und Prozesstemperatur beim Detonationsspritzen von Cu und CuSn 85/15 Matrixschichten ....	105
5.2.3.1.	Beeinflussung der Temperatur durch den DGS-Prozess .....	105
5.2.3.2.	Interaktion von Temperatur und Härte am Beispiel DGS- gespritzter Cu- und CuSn 85/15-Schichten .....	111
5.2.3.3.	Temperaturerhöhung durch Substratheizung .....	114
5.2.4.	Einfluss der Substrattemperatur beim Spritzen von $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Cu und $\text{Al}_2\text{O}_3\text{CuSn}$ 85/15 Verbundschichten .....	114
5.2.5.	Einfluss der Temperatur auf die Schichtharte, -haftung und -duktilität .....	119
5.3.	DGS-Spritzen von Diamant- Cu und Diamant- CuSn 85/15 .....	124
5.3.1.	Einbindung von Diamanten in die Matrix am Beispiel von Diamant-Cu.....	124
5.3.2.	Implantation metallisch umhüllter Diamanten .....	126
5.3.3.	Spritzen von Diamant-CuSn 85/15 .....	129

6.	Einfluss des Spritzprozesses auf den Diamanten .....	141
6.1.	Grundlagen der thermischen Diamantschädigung .....	141
6.2.	Diskussion der thermischen Belastung auf den Diamanten beim DGS-Spritzen von Diamant-CuSn 85/15 .....	143
6.2.1.	DTA/TG-Analyse zur Oxidation von SOB 1055 Diamanten.....	144
6.2.2.	Elektronenmikroskopische Charakterisierung der Diamant- oberfläche .....	149
6.2.3.	Röntgenographische Analyse der Kristallstruktur (XRD).....	151
6.2.4.	Raman-Spektroskopie .....	153
6.3.	Diskussion der (thermo)mechanischen Belastung auf den Diamanten beim DGS-Spritzen von Diamant-CuSn 85/15 .....	156
6.3.1.	Friability Test .....	158
6.3.2.	Fracture Force Test .....	160
6.3.3.	Berechnung der spezifischen Diamantfestigkeit.....	162
7.	Schleifversuche .....	165
7.1.	Topfschleifversuch .....	167
7.2.	Modellschleifversuch I .....	168
7.2.1.	Makroskopische Betrachtung der Schleifeigenschaften (Modellschleifversuch I).....	170
7.2.2.	Mikroskopische Charakterisierung der Schleifeigenschaften (Modellschleifversuch I).....	173
7.3.	Modellschleifversuch II(überlappende lineare Kinematik).....	177
7.3.1.	Mikrostrukturelle Untersuchung der Schleifwerkzeuge (Modellschleifversuch II) .....	178
7.3.2.	Makroskopische Betrachtung der Schleifeigenschaften (Modellschleifversuch II) .....	180
	Schlussfolgerung .....	185
	Ausblick .....	188
	Literaturverzeichnis .....	190
	Forscherprofil .....	XIII