

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundlagen und Stand der Technik	4
2.1	Verfahren des Presshärtens	4
2.1.1	Werkzeugwerkstoffe und -beschichtungen für das Presshärten	7
2.1.2	Anforderung an die Werkzeugbeschichtungen für das Presshärten	8
2.2	Zerspanung mit geometrisch bestimmter Schneide	9
2.2.1	Titanlegierung TiAl6V4 (3.7165)	11
2.2.2	Gehärteter Stahlwerkstoff X153CrMoV12 (1.2379)	12
2.2.3	Werkzeugwerkstoffe und -beschichtungen für die Zerspanung von Titanlegierungen und gehärteten Stählen	12
2.2.4	Anforderung an die Werkzeugbeschichtung für die Bearbeitung von Titanlegierungen und gehärteten Stählen	13
2.3	PVD-Technologie	14
2.3.1	Sputtern	14
2.3.2	Magnetron Sputter Ion Plating	16
2.4	PVD-Schichtsysteme	20
2.4.1	(Cr,Al)N-System	20
2.4.2	Selbstschmierende Systeme auf Basis von Magnéli-Phasen	22
3	Zielsetzung und Lösungsweg	26
4	Verwendete Anlagen	28
4.1	Beschichtungsanlagen zur Schichtsynthese	28
4.2	Verfahren zur Schichtanalyse	31
4.3	Verfahren zur Verbundhaftungsanalyse	34
4.4	Analyse des Hochtemperaturverhaltens	36
4.5	Analyse des Reib- und Verschleißverhaltens unter Gleitbewegung	36
4.6	Anwendungsnahe Untersuchungen	38
4.6.1	Presshärtversuche	38
4.6.2	Zerspanversuche	40
5	Herstellung und Analyse der dcMS/HPPMS-Beschichtung (Cr,Al,X)N	42
5.1	Prozessparameter zur Herstellung der dcMS/HPPMS-Beschichtung (Cr,Al,X)N	43

5.2	Analyse der dcMS/HPPMS-Beschichtung (Cr,Al,X)N	47
5.2.1	Ermittlung der Schichteigenschaften	47
5.2.2	Ermittlung der Verbundhaftung	49
5.2.3	Hochtemperaturverhalten des Werkstoffverbundes	54
5.3	Reib- und Verschleißverhalten unter Gleitbeanspruchung im PoD-Tribometer	70
6	Verwendung neuer HPPMS-Leistungsversorgungen zur Variation der Pulsparameter	85
6.1	Prozessparameter zur Herstellung der HPPMS-Beschichtung (Cr,Al)N	85
6.2	Ermittlung der Schichteigenschaften	89
6.3	Prozessparameter zur Herstellung der CrN/AlN-Nanolaminaten	97
6.4	Ermittlung der Schichteigenschaften	102
7	Anwendungsbeispiele	113
7.1	Presshärteversuche	113
7.2	Zerspanversuche	123
8	Zusammenfassung und Ausblick	128
9	Literaturverzeichnis	133
10	Anhang	147