

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundlagen und Stand der Forschung	3
2.1	Eingriffsgrößen im Außenlängsdrehen und geometrische Bezeichnungen am Schneidkeil einer Wendeschneidplatte	3
2.2	Tribologischer Kontakt, Reibung und Verschleiß in der Zerspanung	5
2.2.1	Schädigungsmechanismen und -ursachen in der Hochtemperaturzerspanung	6
2.2.2	Verschleißformen und -messgrößen am Schneidkeil	9
2.2.3	Fazit zum tribologischen Kontakt, Reibung und Verschleiß in der Zerspanung	11
2.3	Zerspanung der Titanlegierung TiAl6V4	11
2.3.1	Eigenschaften und werkstoffkundliche Grundlagen der Titanlegierung TiAl6V4	11
2.3.2	Herausforderungen in der Zerspanung von TiAl6V4	13
2.3.3	Aktuell eingesetzte Schneidstoffe in der Zerspanung von TiAl6V4	15
2.3.4	Hartmetall als Substratwerkstoff für die Zerspanung von Titan	17
2.3.5	Fazit zur Zerspanung der Titanlegierung TiAl6V4	17
2.4	Physikalische Gasphasenabscheidung	18
2.4.1	Schichtabscheidung mittels PVD-Verfahren dcMS / HPPMS	21
2.4.2	Fazit zur physikalischen Gasphasenabscheidung	22
2.5	PVD-Schichtsysteme	23
2.5.1	CrAlN	23
2.5.2	Wirkungsweise selbstschmierender Oxidphasen auf Basis des Funktionsprinzips nach A. Magnéli	24
2.5.3	Triboaktive Beschichtungen	26
2.5.4	Fazit zu den PVD-Schichtsystemen	29
2.6	Fazit zu den Grundlagen und zum Stand der Forschung	29
3	Zielsetzung und Lösungsansatz	31
4	Substratwerkstoffe, Schichtherstellung und Untersuchungsmethoden	33
4.1	Eingesetzte Proben und Werkzeuge	33
4.2	Schichtherstellung mittels dcMS/HPPMS	34
4.3	Aufnahmen der Oberfläche und Bestimmung von Linienrauheiten mittels konfokaler Laserscanningmikroskopie	37
4.4	Ermittlung mechanischer Kennwerte mittels Nanoindentation	38
4.5	Probenabbildung mittels Rasterelektronenmikroskopie	39

4.6	Schneidkantenpräparation mittels Ionenfeinstrahltechnik zur Beurteilung des Verschleißzustandes	39
4.7	Analyse der chemischen Schichtzusammensetzung mittels Verfahren der Elektronenstrahlmikroanalyse	41
4.8	Phasenanalyse mittels Röntgendiffraktometrie	42
4.9	Analyse von tribochemischen Reaktionsschichten mittels Raman-Spektroskopie	43
4.10	Bestimmung der Verbundhaftfestigkeit mittels Rockwelleindringprüfung	44
4.11	Tribologische Analyse der Proben mittels Pin-on-Disc-Tribometer	45
4.12	Untersuchung des Oxidations- und Diffusionsverhaltens mittels Auslagerungsversuchen	46
4.13	Verschleißverhalten und Werkzeugstandzeit in der Zerspanung von TiAl6V4	48
5	V als triboaktives Element zur Reibminderung im Kontakt mit TiAl6V4	52
5.1	Prozessparameter zur Herstellung der CrAlVN-Schichten mit variiertem V-Gehalt	52
5.2	Eigenschaftsprofil der CrAlVN-Beschichtungen	53
5.3	Verhalten von CrAlV ₂₂ N und CrAlV ₃₇ N bei thermischer Auslagerung zum Nachweis der Oxidphasenbildung	57
5.4	Reibungsverhalten von CrAlV ₂₂ N- und CrAlV ₃₇ N- beschichteten Proben im PoD-Tribometer	61
5.5	Standzeitverhalten von CrAlV ₂₂ N und CrAlV ₃₇ N in der Zerspanung von TiAl6V4	64
5.6	Fazit zu Kapitel 5	66
6	Potential von Mo als triboaktivem Element für die Zerspanung von TiAl6V4	67
6.1	Prozessparameter zur Herstellung von CrAlMoN _{V1}	67
6.2	Eigenschaftsprofil von CrAlMoN _{V1} im Ausgangszustand	68
6.3	Reibungsverhalten im PoD-Tribometer von CrAlMoN _{V1}	70
6.4	Standzeitverhalten von CrAlMoN _{V1} in der Zerspanung von TiAl6V4	71
6.5	Fazit zu Kapitel 6	73
7	Einfluss des Mo-Gehalts auf die Eigenschaften von CrAlMoN	74
7.1	Prozessparameter zur Herstellung der CrAlMoN-Schichten mit variiertem Mo-Gehalt	74
7.2	Eigenschaftsprofil von CrAlMo ₂₅ N, CrAlMo ₃₅ N und CrAlMo ₄₄ N auf WC-Co nach Schichtherstellung	75

7.3	Verhalten von CrAlMo ₂₅ N-, CrAlMo ₃₅ N- und CrAlMo ₄₄ N-beschichteten Proben unter thermischer Auslagerung	81
7.4	Reibungsverhalten von CrAlMo ₂₅ N-, CrAlMo ₃₅ N- und CrAlMo ₄₄ N-beschichteten Proben im PoD-Tribometer	86
7.5	Einsatzverhalten von CrAlMoN-Beschichtungen mit variiertem Mo-Gehalt in der Zerspanung von TiAl6V4	88
7.6	Fazit zu Kapitel 7	98
8	Einfluss des HPPMS-Anteils auf die Zerspanleistung von CrAlMoN	99
8.1	Prozessparameter zur Herstellung von CrAlMoN-Beschichtungen mit gesteigertem HPPMS-Leistungsanteil während der Schichtherstellung	99
8.2	Eigenschaftsprofil von CrAlMoN-Beschichtungen mit gesteigertem HPPMS-Leistungsanteil im Herstellprozess	100
8.3	Einsatzverhalten von CrAlMoN-Beschichtungen mit erhöhtem HPPMS-Leistungsanteil während der Drehbearbeitung von TiAl6V4	105
8.4	Fazit zu Kapitel 8	115
9	Zusammenfassung	117
10	Ausblick	119
11	Literaturverzeichnis	121
12	Anhang	134