

# Schlussbericht

zu dem IGF-Vorhaben

***Ionisiertes Sputtern von CrN zur verbesserten Korrosions- und Verschleißbeständigkeit auf komplexen Werkzeugen und Komponenten***

der Forschungsstelle(n)

Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik

Das IGF-Vorhaben 110 EN der Forschungsvereinigung Europäische Forschungsgesellschaft Dünne Schichten e.V. wurde über die



im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Braunschweig, 31.5.16

Ort, Datum

Dr. Ralf Bandorf

Name und Unterschrift des/der Projektleiter(s)  
an der/den Forschungsstelle(n)

Fraunhofer Institut für Schicht-  
und Oberflächentechnik (IST)  
Bienroder Weg 54E • 38108 Braunschweig  
Tel. (05 31) 21 55-0 • Fax (05 31) 21 55-9 00

## Inhaltsverzeichnis

1. Motivation .....	3
2. Hochrate-Beschichtungsanlage .....	3
2.1. High Power Impulse Magnetron Sputtering (HIPIMS) .....	3
2.2. Deep Oscillating Magnetron Sputtering (DOMS) .....	4
2.3. Modulated Pulse Plasma (MPP) .....	5
3. Industrienähe In-line Beschichtungsanlage .....	9
3.1. Maßnahmen zur Verbesserung der Schichthaftung .....	9
3.1.1. RF-Plasmaätzen .....	9
3.1.2. Chrom-Zwischenschicht.....	11
3.1.3. Substrate Vorheizen .....	12
3.1.4. Metallionen-Ätzen .....	13
3.2. CrN-Abscheidung mittels Rohrtarget .....	13
3.3. CrN-Abscheidung mittels Planartarget.....	15
4. Zusammenfassung der Ergebnisse.....	16
5. Verwendung der Zuwendung .....	17
6. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit.....	17
7. Wissenschaftlich-technischer und wirtschaftlicher Nutzen für die KMU .....	17
8. Plan zum Ergebnistransfer in der Wirtschaft .....	17

Arbeitspunkte 50 und 100 sccm N<sub>2</sub> zeigte sich, mit steigendem Spitzenstrom eine Erhöhung der Härte.

Tabelle 5: Targetspitzenstrom, Chemische Zusammensetzung und Härte der vom Planartarget abgeschiedenen Schichten bei einem Argonfluss von 150 sccm

Arbeitsdruck [Pa]	U <sub>charge</sub> [V]	I <sub>peak</sub> [A]	N <sub>2</sub> [sccm]	Cr [at.%]	N [at.%]	Härte [HV]
0,5	590	360	50	65,6	33,9	2503
	590	400	100	63,8	35,4	2510
	590	410	150	62,8	36,5	3181
1	590	420	50	64,9	34,5	2743
	590	440	100	60,4	38,9	3191
	530	370	150	50,9	48,4	2164

#### 4. Zusammenfassung der Ergebnisse

Im Rahmen des Fördervorhabens wurden Abscheidungsverfahren für CrN-Hartstoffschichten auf zwei unterschiedlichen Anlagentypen charakterisiert. Auf der Hochrate-Beschichtungsanlage wurde sowohl HIPIMS-, DOMS- und MPP-Prozesse untersucht. Es zeigte sich, dass für die Abscheidung harter Cr<sub>2</sub>N-Schichten, dass MPP am besten geeignet ist. Es konnten Härten von 2400 HV ohne eine zusätzliche Heizung oder BIAS Spannung realisiert werden. Diese Erfahrung wurde auf eine industrielle In-line Beschichtungsanlage mit Targets von etwa 500 cm Länge übertragen. Bereits auf der Hochrate-Beschichtungsanlage wurde Herausforderungen in der Schichthftung gesehen, die auf der In-line Anlage deutlich ausgeprägter waren, so dass hier vorab eine Optimierung durchgeführt werden musste. Es wurden unterschiedliche Verfahren zur Optimierung der Schichthftung evaluiert. Als Optimum zeigte sich die Vorbehandlung mit RF-Plasma ätzen und einer anschließenden Vorbehandlung mit Metall-Ionen. Dieses wurde durch ein Anlegen einer hohen elektrischen Spannung am Target erreicht. Der Vergleich von industriellen Rohrkathoden und optimierten Planartargets zeigte, dass die Ionisierung des Plasmas einen entscheidenden Einfluss auf die Schichthärte hat. Mittels dem Planartarget konnten Schichten mit einer Haftfestigkeitsklasse 1 (ohne ein Vorheizen der Substrate) und einer Härte von über 3000 HV realisiert werden. Somit wurde das Ziel der Verschleißbeständigkeit erreicht. Der Nachweis der Korrosionsbeständigkeit steht noch aus, aber es ist sehr wahrscheinlich, dass auch dieses erreicht wurde. Rasterelektronenmikroskop-aufnahmen zeigen, dass die CrN Abscheidung mit dem Planartarget keine Porosität und im Interface eine glasartige aufweisen.