



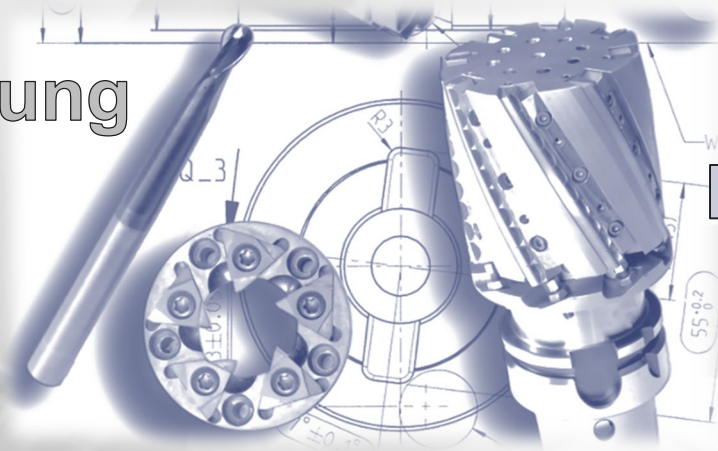
**GFE – Gesellschaft für
Fertigungstechnik und Entwicklung
Schmalkalden e.V.**

Mitglied der



ZUSE-GEMEINSCHAFT
FORSCHUNG, DIE ANKOMMT.

Entwicklung



Forschung

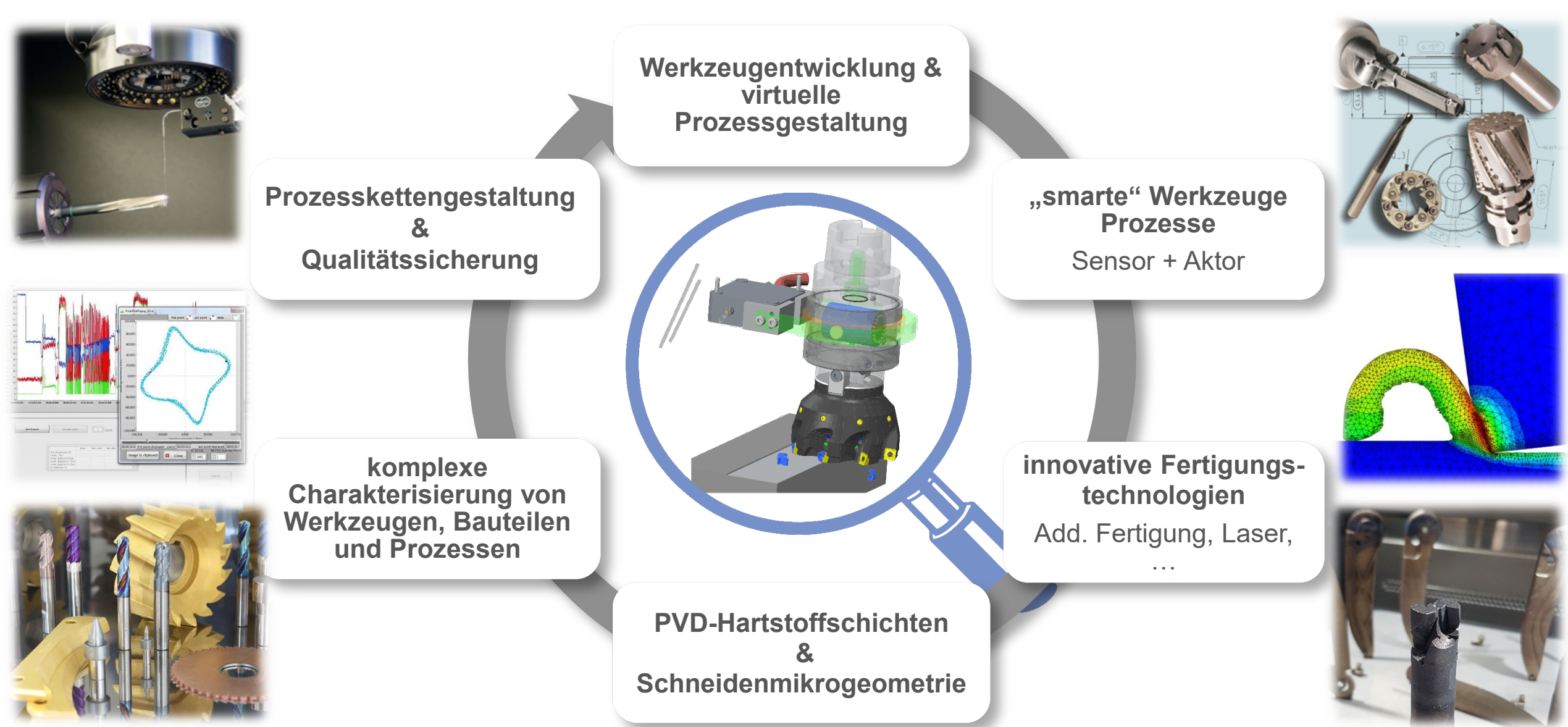


Dienstleistung

Hybride PVD-Beschichtung zur Bearbeitung schwer spanbarer Werkstoffe

- 1. Hybride PVD-Beschichtungstechnologie**
- 2. Micro-Impact-Test: Vorhersage von Zerspanverhalten?**
- 3. Anwendung: Fräsen von Inconel und Titan**

GFE: Forschungs-, Entwicklungs- und Dienstleistungskompetenz



1. Hybride PVD-Beschichtung

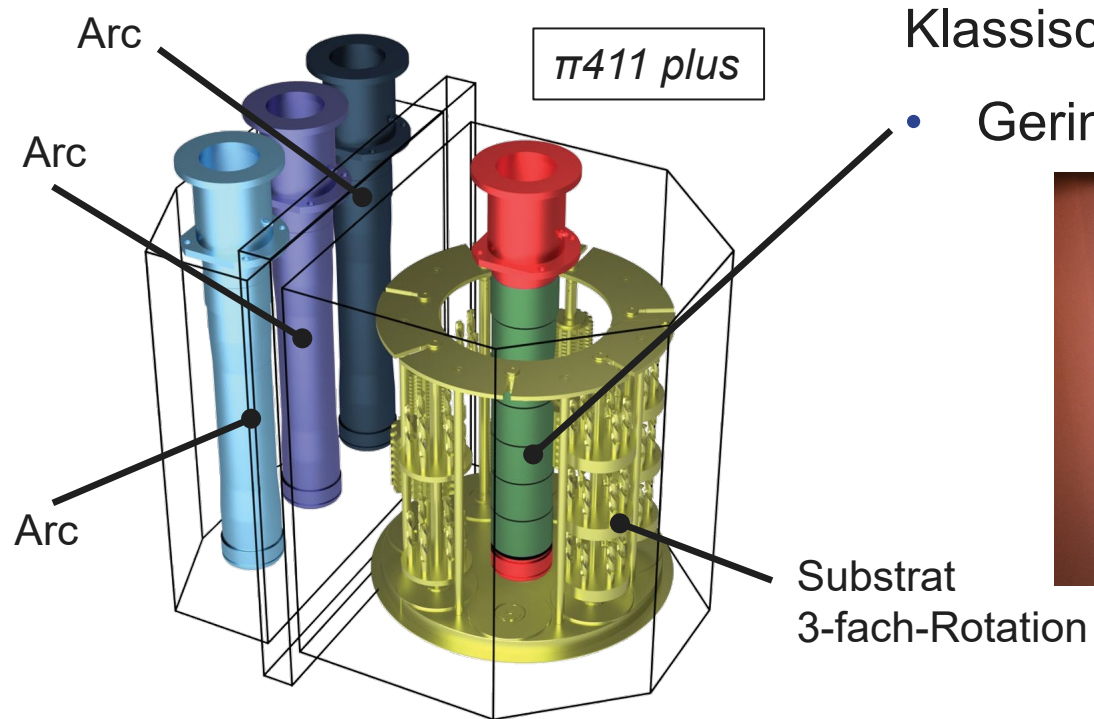
Kombination von Arc-PVD und Sputtern

Lichtbogenverdampfen

- Sehr hoher Ionisierungsgrad

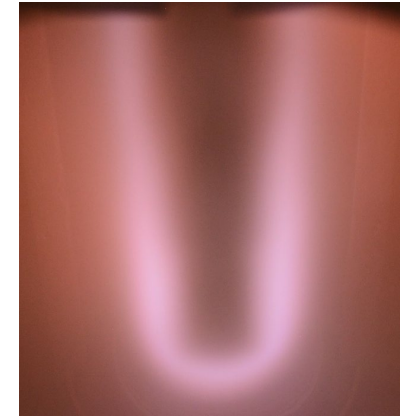


PLATIT®



Klassisches Sputtern

- Geringer Ionisierungsgrad

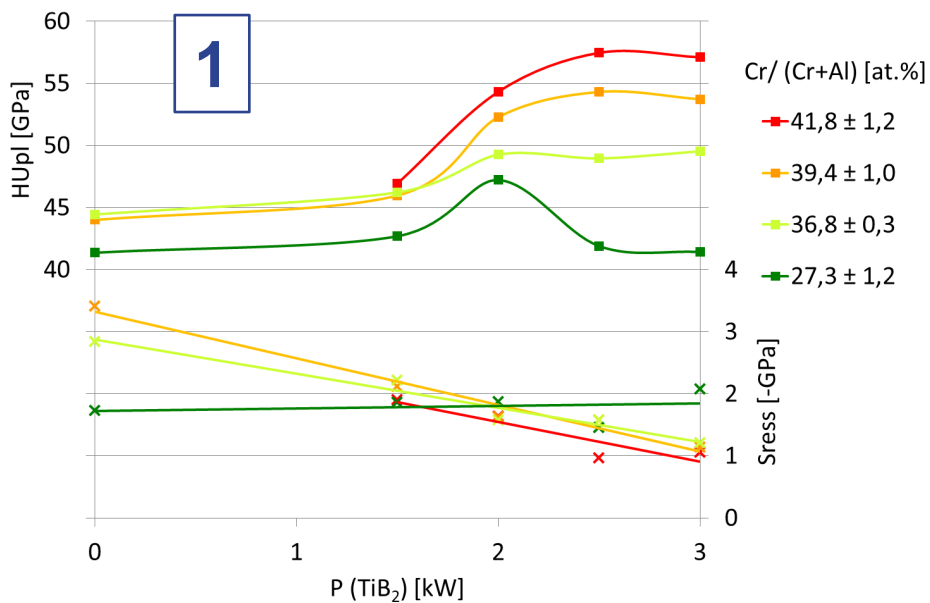


- Simultane Verdampfung mittels Lichtbogen und Sputtern
- Vorteil Lichtbogen: höhere Ionendichte und höherer Ionenfluss zum Substrat
- Vorteil Sputtern: Weniger Droplets, Keramische Targets möglich

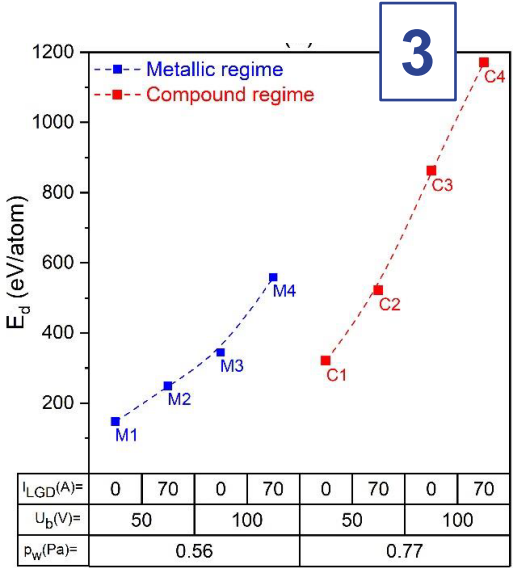
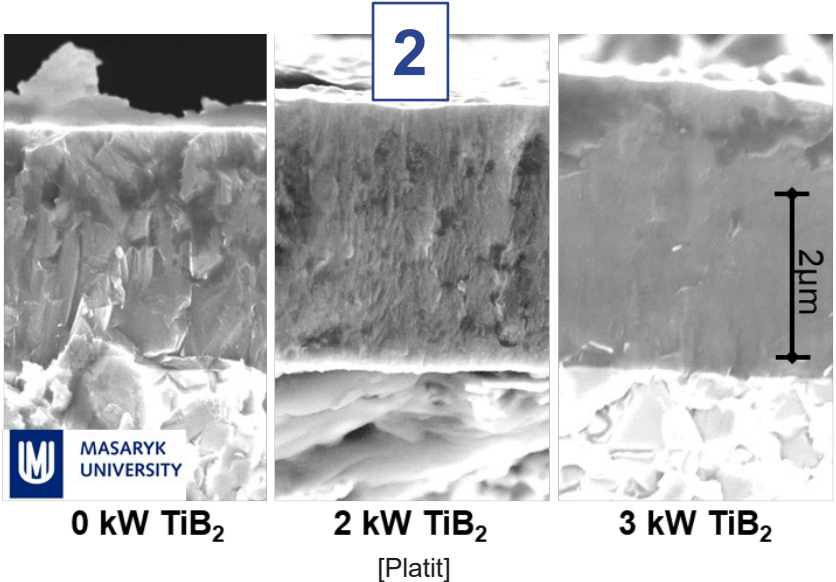
1. Hybride PVD-Beschichtung

Einfluss der Hybridbeschichtung auf Schichteigenschaften und Prozess

- 1) ARC↑ + Sputtern↓ → Dotieren von Schichten (z.B. Bor, Vanadium)
- 2) ARC↓ + Sputtern↑ → Erzeugung von glatten und kompakten Schichten
- 3) ARC↑ + Sputtern↑ → Erhöhung der Abscheide- und Ionisationsrate



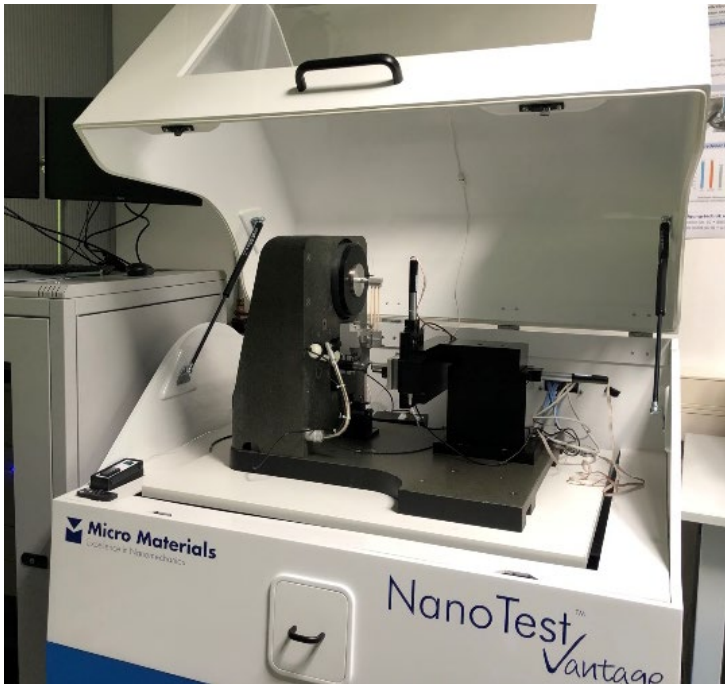
["Microstructure and mechanical properties of nanocrystalline Al–Cr–B–N thin films"]



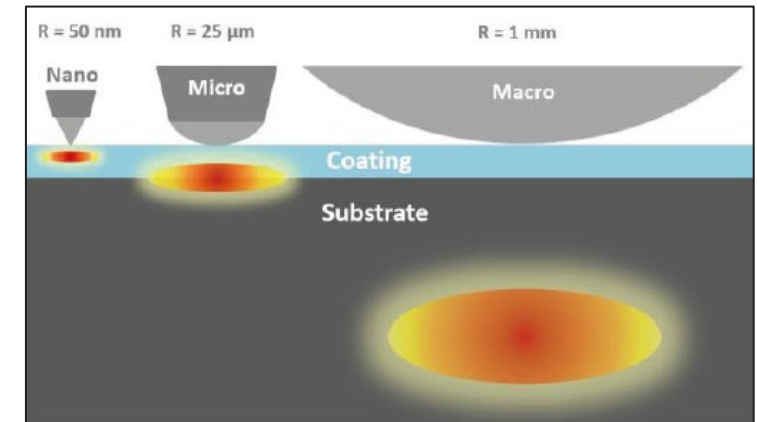
["Enhancing mechanical properties and cutting performance of industrially sputtered AlCrN coatings by inducing cathodic arc glow discharge"]

2. Micro-Impact-Test

- Diamantkugel “prallt” auf Probe mit definierter mechanischer Last
- Dynamisch mechanisches Verhalten ↔ analog zu Zerspanung mit unterbrochenem Schnitt
- Micro-Impact-Test → mikromechanisches Verhalten (Eigenschaften des Schichtverbundes)
 - Rissbildung, Schichthaftung, Ermüdungsverhalten, Schadensmechanismen



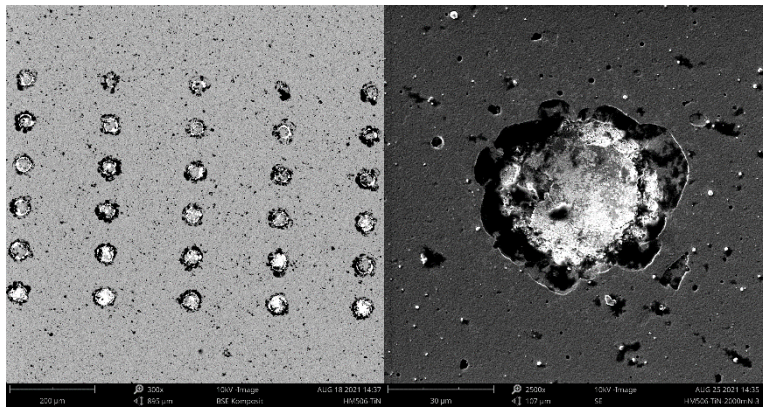
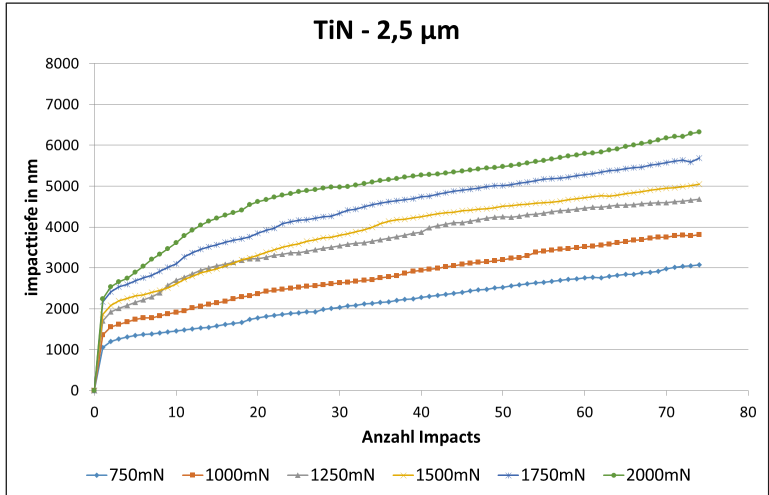
Parameter	Wert
Impact-Kraft (variabel)	750 mN ... 2.000 mN
Indenter	Diamantkugel; Radius = 25 μ m
Abstand von Oberfläche	40 μ m
Messdauer pro Test	300 s
Anzahl der Wiederholungen	5
Frequenz	0,25 Hz (2 s auf Probe, 2 s in 40 μ m Abstand)
Anzahl Impacts pro Test	75



[www.micromaterials.co.uk/techniques/micro-impact/]

2. Micro-Impact-Test

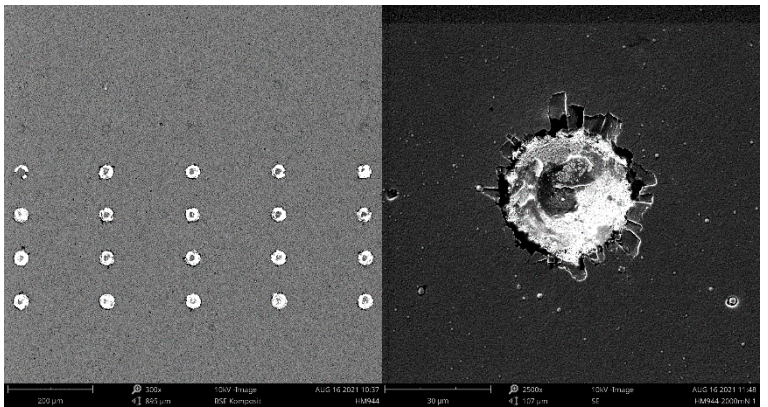
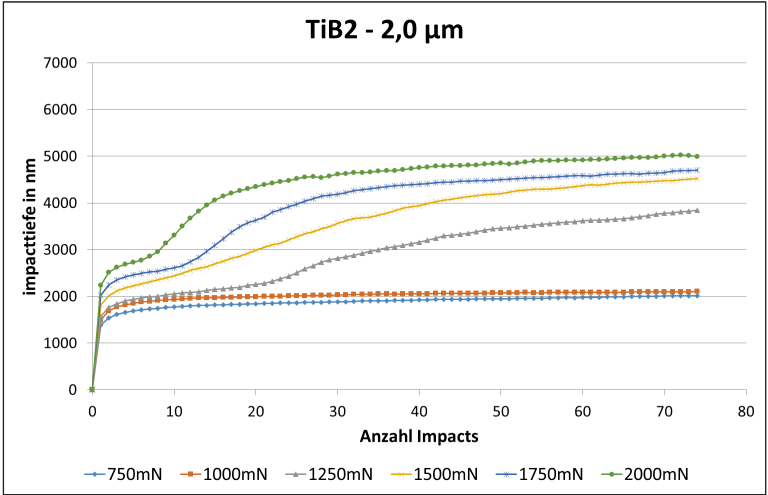
ARC



Impact-Raster
-
Materialkontrast

2000mN
-
Topografiekontrast

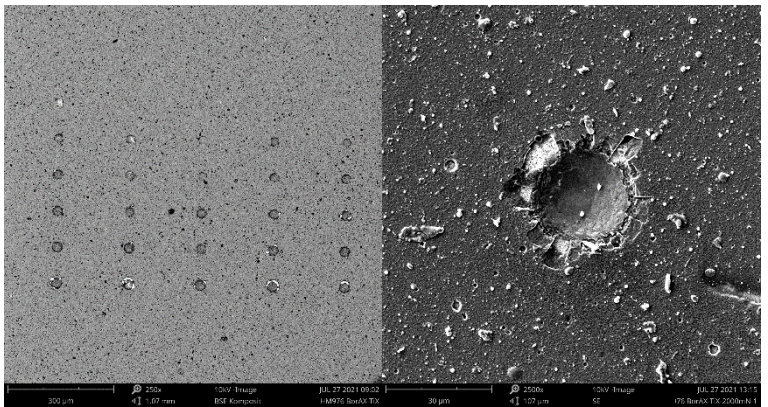
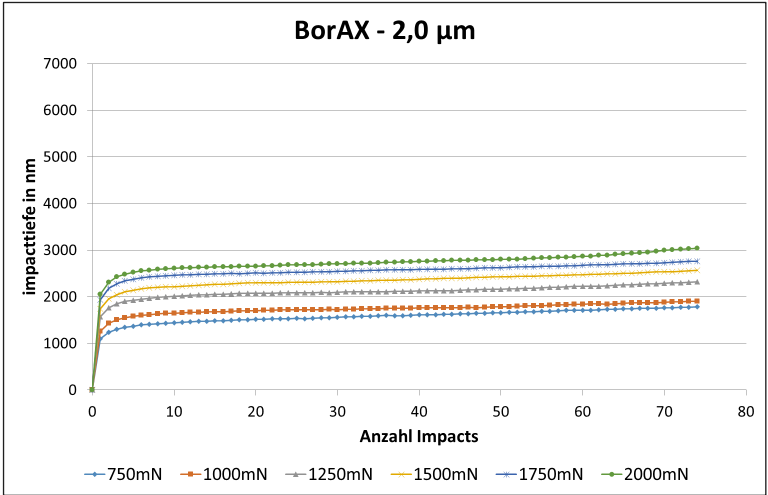
Sputtern



Impact-Raster
-
Materialkontrast

2000mN
-
Topografiekontrast

Hybrid



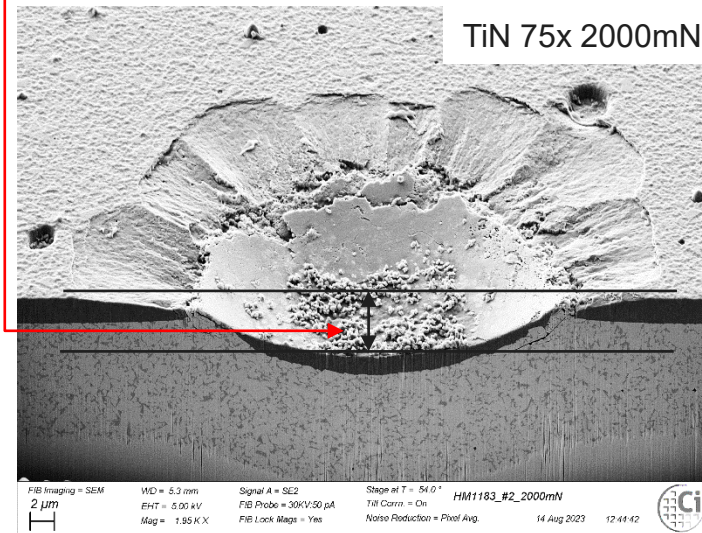
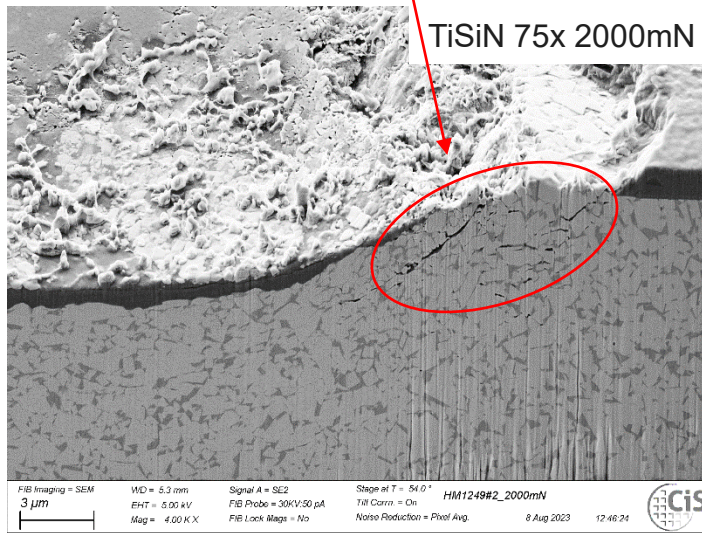
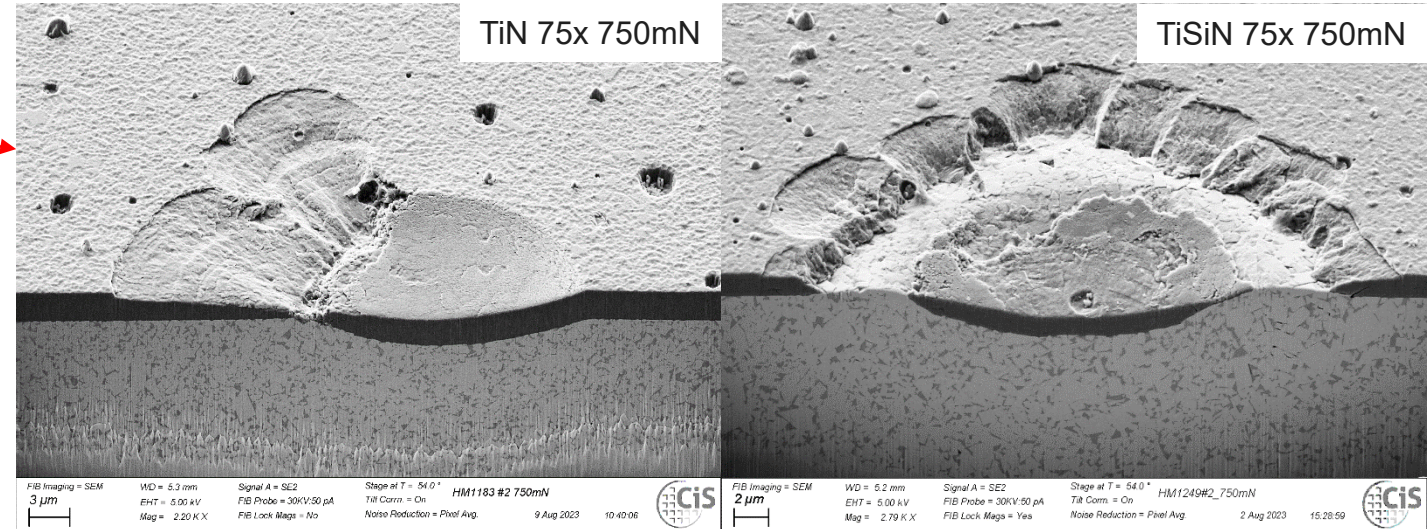
Impact-Raster
-
Materialkontrast

2000mN
-
Topografiekontrast

2. Micro-Impact-Test

FIB-Aufnahmen von Impact-Kratern

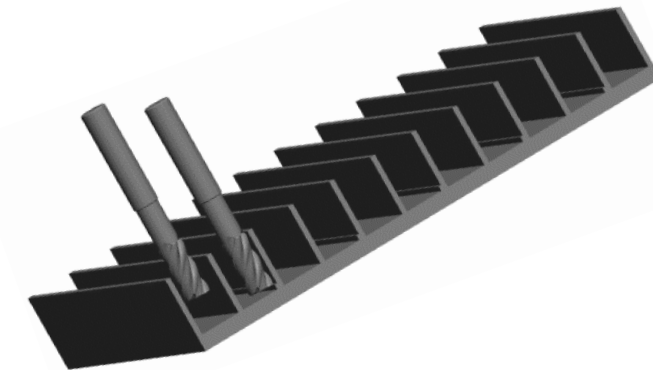
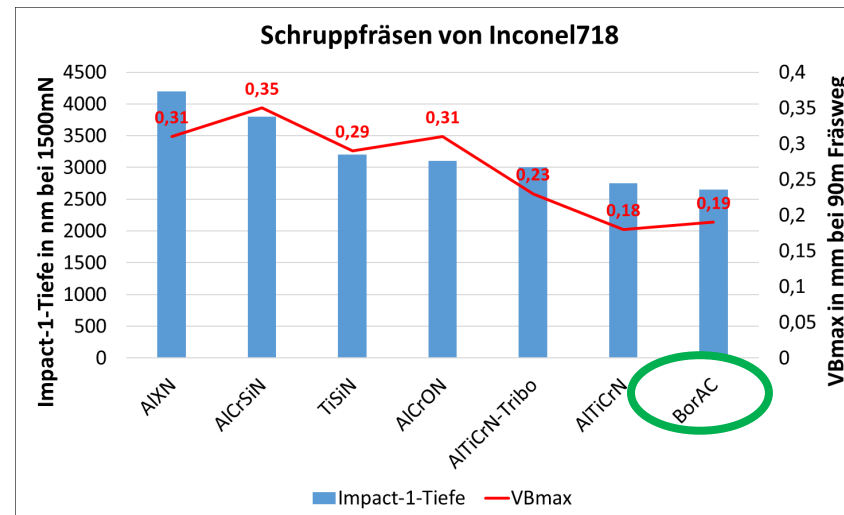
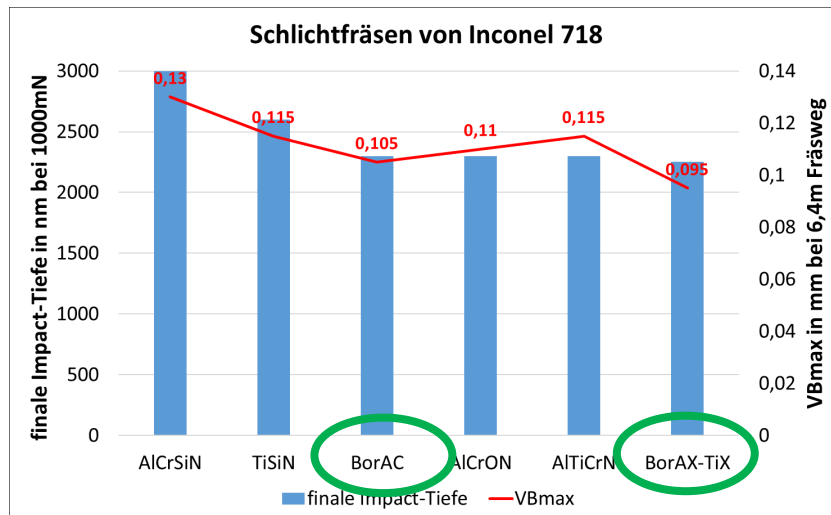
- Bruchverhalten
- Kratertiefe
- Substratschädigung



3. Anwendung: Fräsen von Inconel

- Schrupp- und Schlichtfräsen von Inconel718

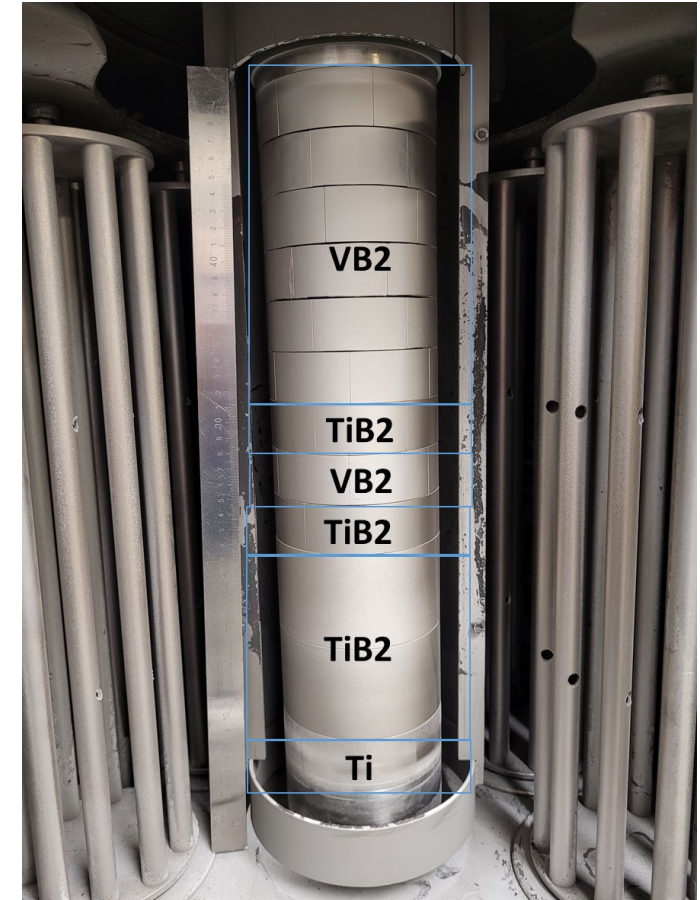
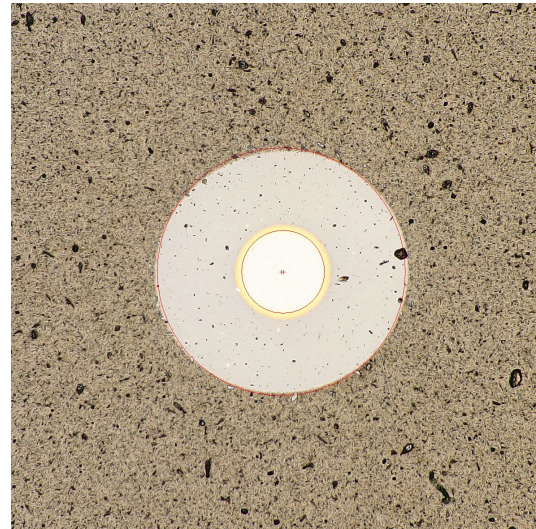
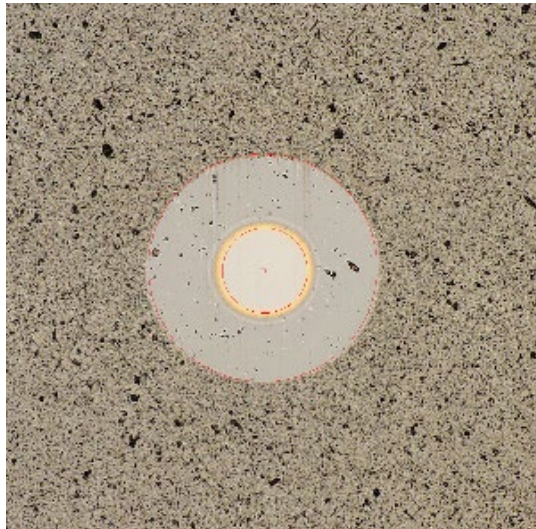
Parameter	Trochoidales Schruffräsen	Schlichtfräsen
Schnittgeschwindigkeit v_c	90 m/min	150 m/min
Zahnvorschub f_z	0.21 mm	0.075 mm
Eingriffsbreite a_e	0.1 mm	0.3 mm
Eingriffstiefe a_p	12 mm (2x offset in Tiefe)	22 mm
Schnittwinkel	15°	-



- Gute Korrelation von Impact-Test und Zerspanergebnissen
- Hybridschichten mit guter Performance

3. Anwendung: Fräsen von TiAl6V4

- Umfassende Analyse des Hybriden Beschichtungsprozesses durch Statistische Versuchsplanung (DoE)
- Entwicklung von 3 Hybridschichten
- Verschiedene Optimierungsschwerpunkte (Rauheit, Produktivität, Eigenspannung)



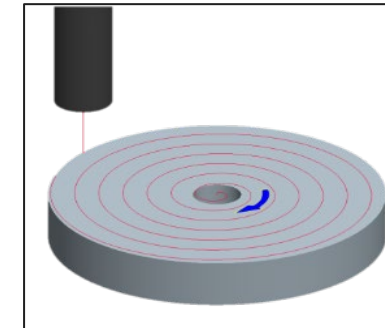
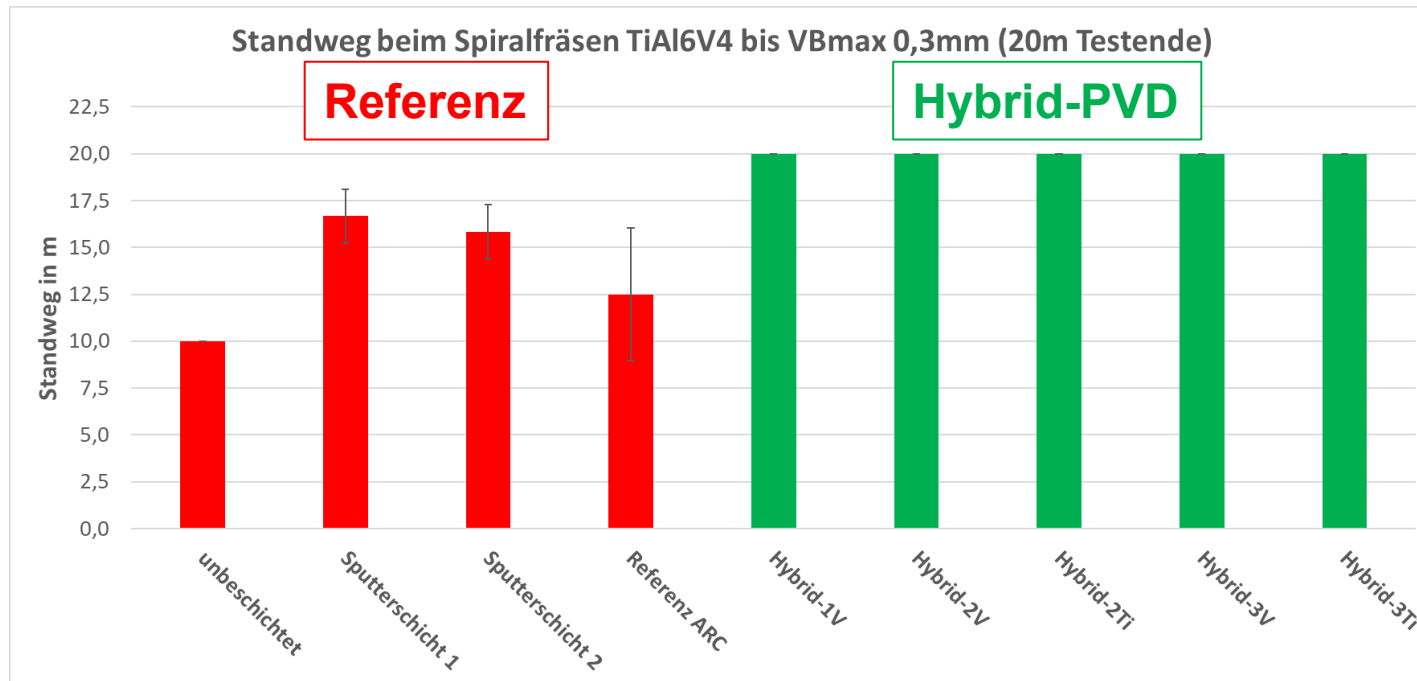
PLANSEE

3. Anwendung: Fräsen von TiAl6V4

- Spiralfräsen in TiAl6V4
- Alle Hybridbeschichtungen schlagen unbeschichtet, Referenz-ARC und -Sputtern

Spiralfräsen TiAl6V4

Maschine	DMU 125
Werkzeug	Ø10mm, HM, 5 Schneiden
Schnittgeschwindigkeit	vc [m/min] 175
Eingriffsbreite	ae [mm] 3,0
Vorschub	vf [mm/min] 1.393
Schnitttiefe	ap [mm] 5,0
	fz [mm/U] 0,05
Drehzahl	n [1/min] 5.570



- Micro-Impact-Test → geeignete Methode zur Schichtentwicklung
- Fräsen Inconel → Korrelation zwischen Impact-Tiefe und Werkzeugverschleiß
- Fräsen TiAl6V4 → Hybride Beschichtung mit geringstem Verschleiß



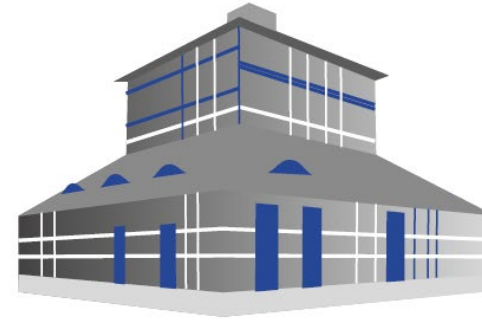
- Entwicklungsaufwand und Anzahl Zerspanungsversuche durch Impact-Test reduzieren
„Schichtscreening“
- Hybride PVD-Schichten haben großes Potenzial für Hochleistungswerkzeuge
„Gezieltes Eigenschaftsprofil“

Veranstaltungshinweis: Schmalkalder Werkzeugtagung

Save the Date!
08. und 09. November 2023

15.

SCHMALKALDER



WERKZEUGTAGUNG



Schwerpunkte:

- Effizienzsteigerung durch Innovationen in der Werkzeug- und Zerspantechnik
- Energieeffiziente und nachhaltige Produktion durch „smarte“ Präzisionswerkzeuge
- Potenziale und aktuelle Entwicklungen im Bereich der additiven Fertigung für die Werkzeugbranche
- Innovationen bei Schneidstoffen und Funktionsschichten
- Neueste Entwicklungen und Anwendungen von Mikrowerkzeugen



GFE – Gesellschaft für
Fertigungstechnik und Entwicklung
Schmalkalden e.V.



Präzisionswerkzeuge



HOCHSCHULE
SCHMALKALDEN
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

