## Temperaturbeständige PVD-Schichten

## Motivation und Zielstellung

hohen Einsatztemperaturen, bspw. beim Zerspanen von schwer spanbaren Werkstoffen wie Nickelbasislegierungen, stoßen übliche Verschleißschutzschichten an ihre Einsatzgrenzen. Hier können verschiedene Effekte zum Schicht- sowie zum Bauteilversagen führen. Zielstellung des Projektes war, anhand verschiedener Wirkmechanismen eine Beeinflussung der thermischen Eigenschaften und des Einsatzverhaltens von PVD-Schichten zu ermöglichen. Auf der Grundlage der Wirkmechanismen sind PVD-Hartstoffschichten zu entwickeln, die folgende spezifischen Anforderungen erfüllen:

- hohe thermische Stabilität bei Temperaturen > 1000°C
- gute thermische Isolation (Schutz des Werkzeugsubstrates)
- hohe mechanische Stabilität und Verschleißbeständigkeit (Härte / E-Modul)

## Projektdurchführung und Ergebnisse

Um die Ziele zu erreichen, wurden verschiedene Varianten von Schichtwerkstoffen und Schichtstrukturen miteinander kombiniert und neue Schichtsysteme entwickelt. Die jeweiligen Schichtstrukturen haben dabei folgende Effekte:

- Verbesserung der Isolationseigenschaften durch nanoskalige Strukturen
- Erhöhung der Bindungsenergie in Hartstoffschichten durch sauerstoffhaltige Strukturen
- Reduzierung der Oberflächenenergie zur Erhöhung der Stabilität

Für die Untersuchungen erfolgte die Entwicklung verschiedener Varianten sauerstoffhaltiger bzw. nanostrukturierter Schichten mit unterschiedlichen Zusammensetzungen sowie die

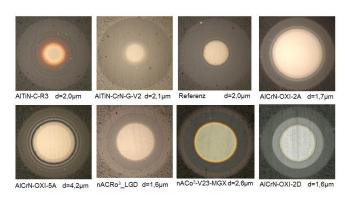


Bild 1: Kalottenschliffe sowie Schichtdicken der verschiedenen erarbeiteten Schichtsysteme

Abscheidung mittels Arc-PVD-Verfahren. In Bild 1 sind die Kalottenschliffe sowie die abgeschiedenen Schichtdicken ausgewählter Schichtsyste-

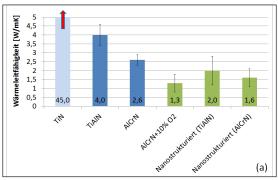


Bild 2: Wärmeleitfähigkeit ausgewählter Schichtsysteme

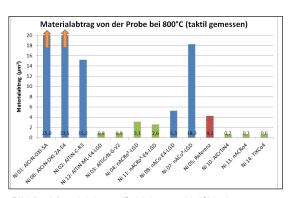


Bild 3: Materialabtrag (Schichtverschleiß) beim Schwing-Reib-Verschleiß bei 800°C

me dargestellt. Der unterschiedliche Schichtaufbau mit Haftvermittlerschicht, Kernschicht und Deckschicht sowie die verschiedenen Schichtstrukturen (Multilagen, Gradient) sind sehr gut erkennbar.

Zur Beurteilung des Zusammenhanas zwischen Struktur und Eigenschaften der abgeschiedenen Schichten wurden verschiedene Charakterisierungsverfahren eingesetzt. Neben der Beurteilung der Schicht- und Oberflächeneigenschaften und der Gefügestruktur mittels FDX und REM wurden auch

thermische Analysen genutzt, um die Temperaturbeständigkeit zu beurteilen. Anhand der Wärmeleitfähigkeit verschiedener Schichtstrukturen ist

> zu erkennen, dass die erarbeiteten sauerstoffhaltigen und nanostrukturierten Schichtsysteme eine extrem niedrige thermische Leitfähigkeit und damit günstige Wärmedämmeigenschaften zeigen (Bild 2). Bei Untersuchungen zum Einsatzverhalten unter hohen Anwendungstemperaturen zeigen insbesondere nanostrukturierte Schichten ein sehr gutes Verschleißverhalten. Bild 3 zeigt beispielhaft Schichtverschleiß 800°C im Schwing-Reib-Verschleiß gegen Inconel718, wobei insbesondere mehrfach funktionalisierte nanostrukturierte Schichten einen niedrigen Materialabtrag aufweisen. Sauerstoffhaltige Schichten zeigen hingegen ein schlechteres Einsatzverhalten (höherer Materialabtrag). In Einsatzversuchen beim Zerspanen Nickelbasislegierungen unter verschiedenen Randbe-

dingungen konnte dieses Verhalten bestätigt werden. Damit wurde der Nachweis der Einsatzfähigkeit der entwickelten PVD-Hartstoffschichten für hohe Einsatztemperaturen erbracht.





Ansprechpartner GFE:

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