



Forschungsgemeinschaft  
Werkzeuge und Werkstoffe e.V.

Veröffentlichung zum Projekt  
IGF 15496 BG

Das IGF-Vorhaben (IGF 15496 BG) der Deutschen Forschungsgesellschaft für Oberflächenbehandlung e.V. (DFO) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.



(Die Langfassungen der Arbeiten bzw. Abschlussberichte können bei der FGW gegen Erstattung der Kopierkosten angefordert werden)

Ansprechpartner zum Vorhaben in der FGW : Dr. Frank Zobel

Am Forschungsvorhaben beteiligte Forschungsstellen sind das Institut für Werkzeugforschung und Werkstoffe (IFW, Remscheid) der Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe e.V. (FGW) die

CeWOTec GmbH, Chemnitz

und das

Fraunhofer Institut für Werkstoff- und Strahltechnik (IWS), Dresden

Wissenschaftliche Problemstellung

In der Regel sind bei Warmumform- oder Warmschnittwerkzeugen aber auch bei Motorventilen und ähnlichen Bauteilen die thermischen mit hohen tribologischen Belastungen verbunden. Dafür verwendbare karbidhaltige Werkstoffe können wegen ihrer Sprödigkeit nur als Oberflächenbeschichtung eingesetzt werden. Die hohe Temperaturspitze im Kontaktbereich zum heißen Schmiederohling bei Gesenken wird durch eine intensive Kühlung abgebaut, so dass die Kerntemperaturen unterhalb von 250 °C liegen. Als Trägerwerkstoff kann dadurch entsprechend der an das Bauteil stehenden Festigkeitsanforderungen ein niedriger legierter Stahl ausgewählt werden, der nur eine geringere Warmfestigkeit aufweisen muss. Bei Verschleißteilen existieren vergleichbare Verhältnisse.

Forschungsziel

Das Ziel des Forschungsprojekts war die schweißtechnische Beschichtung mit (Ti,Mo)(C,N)-Ni Werkstoffen für Verschleißteile zu entwickeln, die hohen thermisch-tribologischen Belastungen ausgesetzt sind.

## Forschungsergebnisse

Konzentriert wurde sich auf hochbeanspruchte Umformwerkzeuge, die aus niedriglegiertem Warmarbeitsstahl 55NiCrMoV7 (Werkstoffnummer 1.2714) mit pulverförmigem Hartstoff auf (Ti,Mo)(C,N)-Ni-Basis auftragsgeschweißt wurden. Der Hartstoff bildet eine Kern-Hülle-Struktur. Der Kern besteht aus Titankarbonitrid mit einer extrem hohen Härte und einer sehr guten Verschleißbeständigkeit. Das Molybdänkarbid legt sich als Hülle und das Titankarbonitrid, damit die Körner besser vom metallischen Binder benetzt werden.

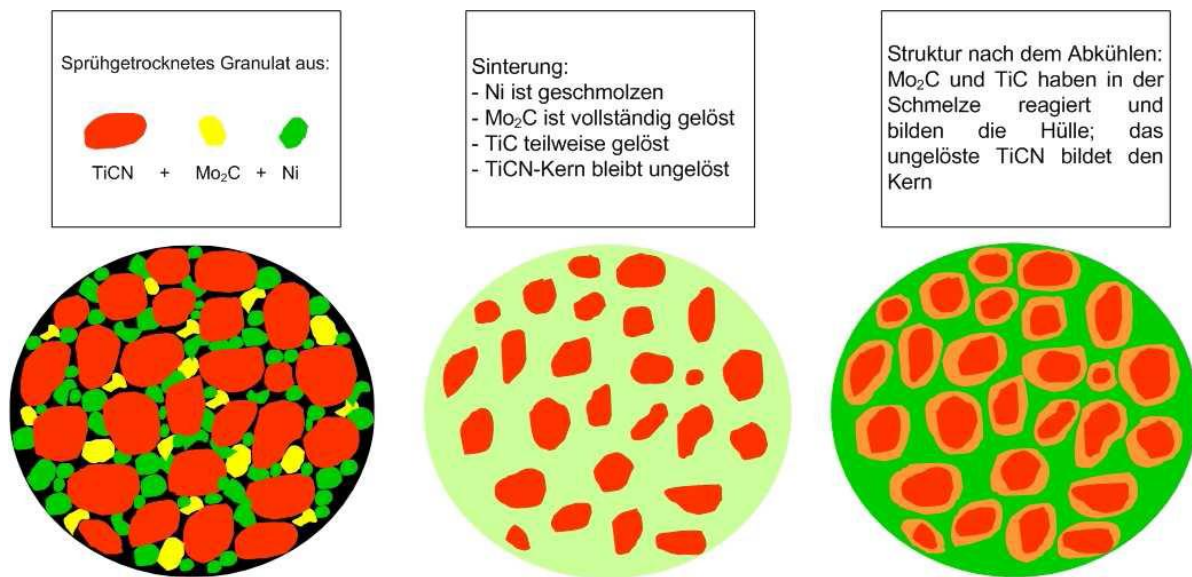


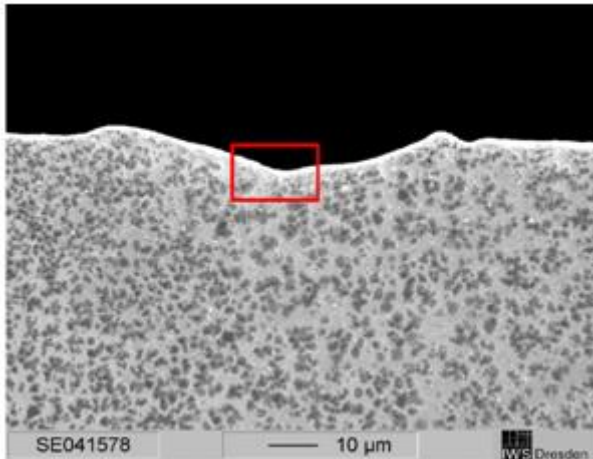
Abbildung 1: Schematische Darstellung der Herstellung von (Ti,Mo)(C,N) Ni Pulver

Auftragsgeschweißt wurde mit dem Plasma-Pulver-Verfahren und dem Laser-Verfahren. Vielfältige Schweißbarkeitsuntersuchungen, Beschichtungsmodifizierungen und Eigenschaftsuntersuchungen sowie einlagige und mehrlagige Flächenbeschichtungen wurden realisiert.

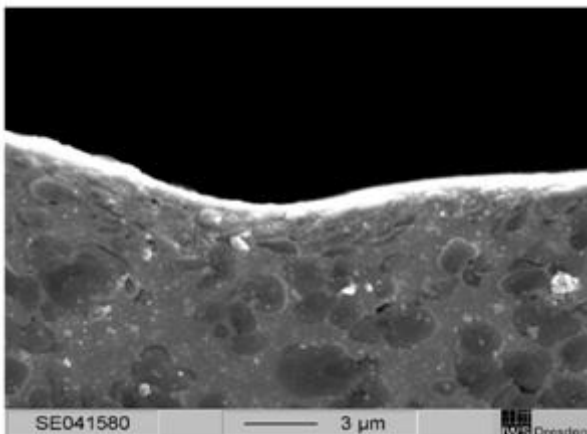
Beim Plasma-Pulver-Verfahren wurde festgestellt, dass der Zusatzwerkstoff nur mit zusätzlichem Binderanteil schweißtechnisch zu verarbeiten ist. Verwendet wurde Inconel 625 als Binder. Mischungen bis zu Hartstoff/Binderwerkstoff-Verhältnis von 2:1 lieferten noch akzeptable Ergebnisse. Die schlechte Mischbarkeit des pulverförmigen Hartstoffes mit den pulverförmigen Binderwerkstoffen führte zu einer inhomogenen Verteilung des Hartstoffes im Binderwerkstoff. Karbidanhäufungen traten vorwiegend im Übergangsbereich der Einzelraupen bei Flächenbeschichtungen sowie an den Einzelraupenrändern auf.

Auch beim Laser-Pulver-Auftragsschweißen nahm die homogene Verteilung der Hartstoffpartikel mit zunehmendem Hartstoffgehalt ab. Allerdings erhöhte sich Verbundhärte mit zunehmendem Hartstoffvolumenanteil. Signifikante Verbesserungen beim Volumen-, bzw. Massenverlust zeigten die hartstoffverstärkten Schichten bei den Verschleißversuchen. Beim Hochtemperatur- Reib-Gleitverschleiß zeigten sich Eigenschaften, die typisch sind für

ein flüssigkeitsgeschmiertes Tribosystem.



*Abbildung 2: Verschleißerscheinungen einer Schicht aus (Ti,Mo)(C,N)-Ni und Inconel 625 in Komplettansicht*



*Abbildung 3: Verschleißerscheinungen einer Schicht aus (Ti,Mo)(C,N)-Ni und Inconel 625 in Detailansicht*

Die endkonturnahe Bearbeitung durch Fräsen und Erodieren erforderte nur eine Modifikation der Maschinenparameter. Beim Fräsen bestimmten die Eigenschaften des Matrixwerkstoffes Inconel 625 die Parameter, während die Hartstoffbeimengung eine stumpfe Schneide forderte. Der Elektrodenverschleiß beim Erodieren steigt mit zunehmendem Hartstoffanteil. Das Schleifen der Hartstoffschicht konnte ohne Modifikation der Parameter durchgeführt werden. Unterschiede zwischen den verschiedenen Schleifmaterialien konnten nicht festgestellt werden.

Erste Musterbeschichtungen an zur Verfügung gestellten Gesenken wurden durchgeführt. Dazu wurden die Gesenke zunächst gefräst, plasmaauftragsgeschweißt und dann wieder endkonturnah gefräst.

## Anmerkungen

Ein vollständiger Sachbericht zum Forschungsthema liegt bei der DFO vor.

Weitere Informationen erhalten Sie bei Dr. Frank Zobel +49 (0)2191 / 5921-113

Das IGF-Vorhaben (IGF 15496 BG) der Deutschen Forschungsgesellschaft für Oberflächenbehandlung e.V. (DFO) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.



Ein besonderer Dank gilt neben dem Fördermittelgeber allen Mitgliedern im projektbegleitenden Ausschuss für die gute Zusammenarbeit und für die Unterstützung bei der Durchführung der Forschungsarbeiten.