

Themenvorschlag zum Projektarbeitskreis im Rahmen des IAK Werkzeugbeschichtungen und Schneidstoffe am 7. Mai 2019

Vorschlag C: Reinigung von Hartmetallwerkzeugen durch das Strahlen mit festem Kohlenstoffdioxid

1. Problemstellung:

Zur Steigerung der Produktivität von Fertigungsprozessen hat sich das Aufbringen von Beschichtungen zur Erhöhung der Standzeiten der eingesetzten Hartmetallwerkzeuge etabliert. Für eine erfolgreiche Beschichtung und eine Verbesserung des Einsatzverhaltens beschichteter Hartmetallwerkzeuge ist jedoch eine gute Schichthftung der Hartstoffschicht auf dem Substratmaterial notwendig. Dazu müssen Werkzeuge nach ihrer Formgebung und vor ihrer Beschichtung aufwändig vorbehandelt sowie gereinigt werden. Bislang ist kein Reinigungsverfahren bekannt, welches rückstandsfrei in der Prozesskette der Beschichtung von Hartmetallwerkzeugen eingesetzt werden kann. Es sind daher zusätzliche kosten- und energieintensive Fertigungsschritte notwendig, um Verunreinigungen von vorhergehenden Fertigungsschritten zu entfernen und eine ausreichende Reinigung und Vorbehandlung des Substrates zu gewährleisten.

Das Strahlen mit festem Kohlenstoffdioxid (CO₂) besitzt das Potential, aufgrund seiner Eigenschaften, die konventionelle Prozesskette zum Reinigen vor dem Beschichten von Hartmetall teilweise oder komplett zu substituieren. Das rückstandslose Strahlverfahren, welches sich aufgrund seiner Flexibilität zunächst als Reinigungsverfahren etabliert hat, eignet sich aufgrund seiner Effekte auch zur Vorbehandlung von Substraten. Es ist druckluftbasiert und nutzt als unbeständiges Strahlmittel die feste Phase von Kohlenstoffdioxid. CO₂, welches bei Umgebungsdruck nur in fester oder gasförmiger Phase vorliegen kann, sublimiert dabei nach dem Auftreffen auf die zu bearbeitende Oberfläche, wodurch keine Rückstände auf der Werkstückoberfläche zurückbleiben und eine Entsorgung des Strahlmittels entfällt.

2. Zielsetzung des Projektes:

Als Verfahren zur Reinigung von Hartmetallwerkzeugen vor dem Beschichten hat sich die nasschemische Reinigung mit alkalischen und sauren Lösungen etabliert, welche teils auf chemischen und mechanischen Wirkprinzipien beruht. Einer unzureichenden Reinigungsleistung wurde dabei mit dem Einsatz von aggressiven, teils gesundheits- und umweltschädlichen Reinigungskemikalien begegnet. Durch bereits am IWF gewonnene Erkenntnisse zum Strahlen mit festem CO₂ als Vorbehandlungs- und Reinigungsverfahren konnte das Potential des Verfahrens an anderen Werkstückwerkstoffen bestätigt werden.

Ziel dieses Vorhabens ist die Analyse des Einflusses verschiedener Strahlprozesse mit festem Kohlenstoffdioxid auf die Schichthftung bei Hartmetallwerkzeugen. Die teilweise oder komplette Substitution der konventionellen Vorbehandlungs- und Reinigungsverfahren beim Beschichten von Hartmetallwerkzeugen stellt dabei ein zukünftiges Ziel dar. Dazu sollen Untersuchungen zum Einfluss des Strahlens mit festem CO₂ auf die Oberfläche von Hartmetallwerkzeugen, auf die Schichthftfestigkeit aufgebrachtter Beschichtungen und somit auf die Standzeit beschichteter Werkzeuge durchgeführt werden.

Dabei sollen die folgenden Größen variiert werden:

- Strahlverfahren mit unbeständigem Strahlmittel (CO₂-Schneestrahlen sowie Trockeneispelletstrahlen)
- Strahleinstellparameter wie Strahldruck und Vorschubgeschwindigkeit (Strahldauer)

3. Lösungskonzept:

Für die Untersuchungen stehen am IWF verschiedene Anlagen zum Strahlen mit festem Kohlendioxid zur Verfügung. Diese beinhalten unter anderem eine Trockeneispelletstrahlanlage der Firma ICE-TECH DEUTSCHLAND GMBH, Georgensgmünd, vom Typ KG30 Professional sowie eine CO₂-Schneestrahlanlage der Firma CRYOSNOW GMBH, Berlin, vom Typ SJ-10. Die Druckluftherzeugung erfolgt durch einen Schraubenkompressor der Firma KAESER KOMPRESSOREN SE, Coburg, vom Typ DSD241 mit einem nachgeschalteten Adsorptionstrockner vom Typ H.B.64. Die Strahlführung erfolgt mit einem 6-Achs-Roboter der Firma Kuka Roboter GmbH, Augsburg, vom Typ KR-125/2TJ. Für die Zerspanun-

tersuchungen steht eine Universal-Drehmaschine CTX gamma 1250 TC der Fa. DMG MORI AG, Bielefeld, zur Verfügung. Die Werkzeugmaschine besitzt eine Antriebsleistung von $P_A = 34 \text{ kW}$, ein maximales Drehmoment $M_{\max} = 380 \text{ Nm}$ sowie eine maximale Hauptspindeldrehzahl $n = 5000 \text{ min}^{-1}$. Zur Untersuchung der Schichthaftung steht ein Scratch-Tester von CSM Instruments, Peseux, Schweiz, vom Typ CSM - REVETEST zur Verfügung. Mithilfe der Scratch-Tests kann ermittelt werden, welchen Einfluss die jeweiligen Prozesse auf die Haftung der Hartstoffschichten ausüben.

Die Untersuchungen sollen zudem für einen Anwendungsfall durchgeführt werden, für den sowohl der beim Drehen einzusetzende Prozessparametersatz und der Werkstoff als auch die Hartmetall-, Schicht- und Geometriespezifikation von den Teilnehmern des Projektarbeitskreises gemeinsam definiert werden. Mittels optischer Prüfung soll die Entwicklung des Werkzeugverschleißes über eine festzulegende Versuchsdistanz dokumentiert und ausgewertet werden. Der Umfang der geplanten technologischen Untersuchungen ist in Tabelle 1 mittels eines beispielhaften Versuchsplans dargestellt. Zur Identifizierung des Potentials der Reinigung durch das Strahlen mit festem CO_2 sollen zusätzlich technologische Untersuchungen an Referenzwerkzeugen, welche konventionell vor dem Beschichten gereinigt wurden, durchgeführt werden.

Tabelle 1: Beispielhafter Versuchsplan

Strahlverfahren	CO_2 -Schneestrahlen			Trockeneispelletstrahlen		
Strahlendruck [bar]	4	8	12	4	8	12
Vorschubgeschwindigkeit [m/s]	v_{f1}/v_{f2}	v_{f1}/v_{f2}	v_{f1}/v_{f2}	v_{f1}/v_{f2}	v_{f1}/v_{f2}	v_{f1}/v_{f2}

Auf Grundlage des Versuchsplans ergeben sich bei dreifacher Durchführung jedes Parametersatzes zur statistischen Absicherung 36 Einzelversuche für jedes Strahlverfahren. In Tabelle 2 ist der für dieses Projekt geplante zeitliche Ablauf dargestellt.

Tabelle 2: Beispielhafter Projektzeitplan

Monat	1	2	3	4	5	6
Auswahl und Charakterisierung der Hartmetallwerkzeuge						
Reinigung der Werkzeuge						
Beschichtung der Werkzeuge						
Analyse der Schichthaftung						
Durchführung Zerspanversuche						
Auswertung technologischer Untersuchungen						
Dokumentation						

4. Finanzierung:

Die für die Untersuchungen notwendigen Messmittel und Maschinensysteme werden vom IWF gestellt. Die einzusetzenden Hartmetallwerkzeuge sollen entweder von Kooperationspartnern aus dem Kreis des IAK bereitgestellt oder für das Vorhaben beschafft werden. Die Beschichtung der Werkzeuge soll durch einen Kooperationspartner vorgenommen werden. Die notwendigen Personalmittel für einen wissenschaftlichen Mitarbeiter und eine studentische Hilfskraft (80 h/Monat) für die Durchführung des Projektes sollen von den Projektpartnern aus dem IAK finanziert werden.