

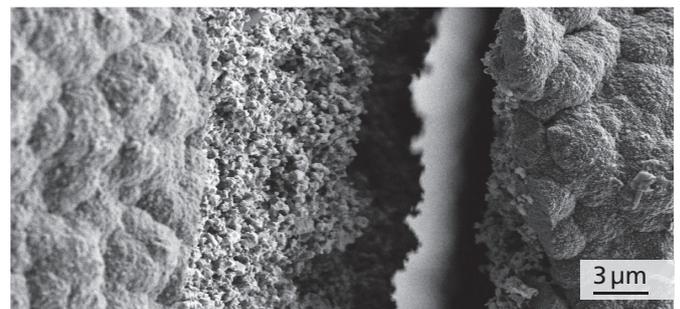
# HAFTFESTE DIAMANTBESCHICHTUNGEN FÜR HARTMETALLWERKZEUGE

Bernhard Blug | Telefon +49 761 5142-180 | bernhard.blug@iwmm.fraunhofer.de

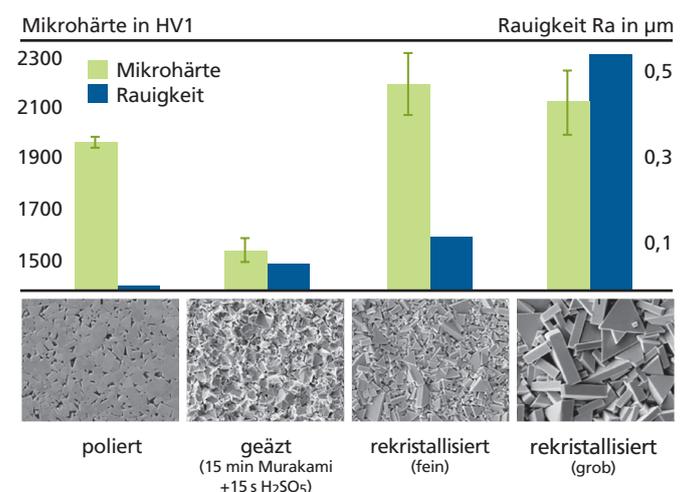
Das Werkzeug und dessen Standvermögen, also die Fähigkeit, einen bestimmten Bearbeitungsvorgang durchzustehen, ist eines der Kernelemente innerhalb der gesamten Prozesskette im Unternehmen. Innovative Technologien und die Bestrebungen, herkömmliche Werkstoffe durch Leichtbauwerkstoffe zu substituieren, stellen immer höhere Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der verarbeitenden Werkzeuge und beeinflussen damit erheblich deren Standzeit.

## Notwendigkeit einer geeigneten Vorbehandlungsmethode

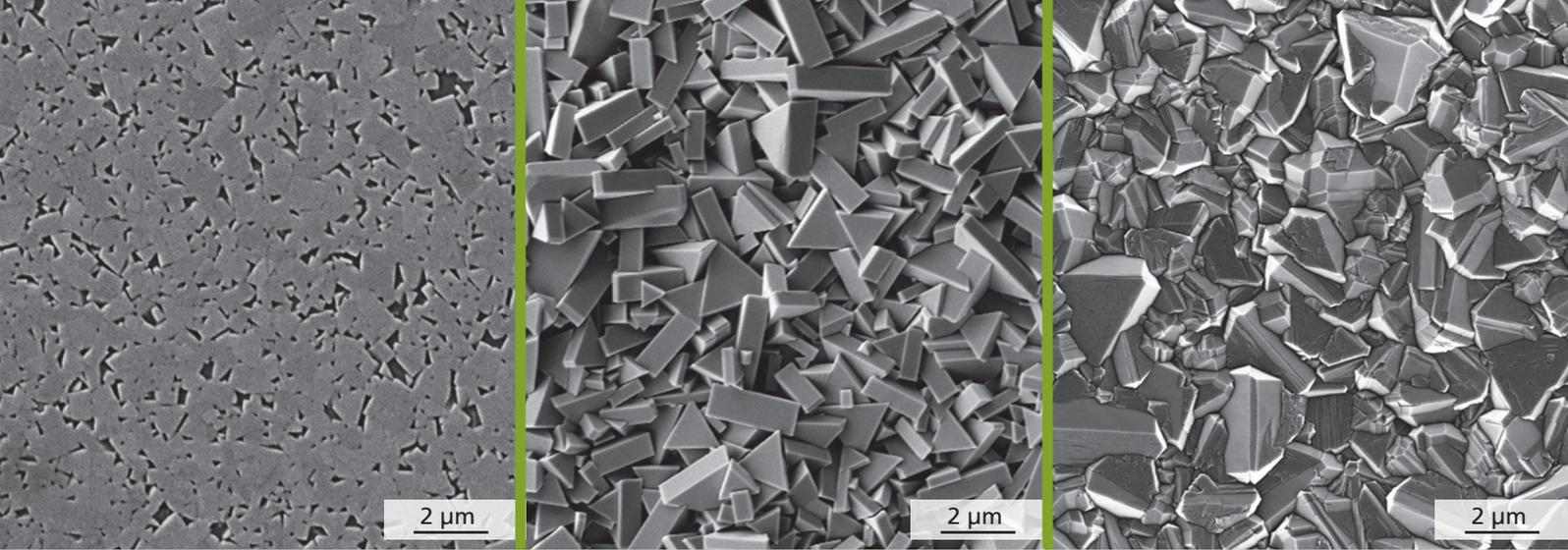
Stark abrasiv wirkende Werkstoffe, zu denen die Elektrodenwerkstoffe Hartkohle, Graphit und Kupfer zählen, aber auch der zunehmende Einsatz von Leichtbauwerkstoffen, wie zum Beispiel Aluminium-Silizium-Legierungen, Metall-Matrix-Komposite, faserverstärkte Kunststoffe, oder auch Holzwerkstoffe, stellen erhebliche Anforderungen an das Werkzeug, das durch die hochabrasive Wirkung in kürzester Zeit verschleißt und ausgetauscht werden muss. Hartmetall ist der vorherrschende Werkstoff, dessen Standzeit durch bedarfsgerechte Beschichtungen gesteigert werden kann. Diamant als Beschichtungselement besitzt diesbezüglich das größte Potenzial. Allerdings schadet der im gesinterten Hartmetall befindliche Kobaltbinder der Adhäsionswirkung des Schicht-Substrat-Verbundes erheblich. Wechselwirkungen mit dem durch chemische Gasphasenabscheidung sich bildenden Diamanten und dem Kohlenstoff aus der Gasphase begünstigen die Bildung von Graphit, das unter den gegebenen Bedingungen die thermodynamisch stabilere Kohlenstoffmodifikation ist.



1 Delaminierte Diamantschicht nach einer nasschemischen Vorbehandlung, hervorgerufen durch thermisch induzierte Eigenspannungen am Interface.



2 Bewertung der Oberflächenstabilität durch Härtemessungen (grün) sowie die Entwicklung der Oberflächenrauheit in Abhängigkeit von der Vorbehandlungsmethode (blau). Die rasterelektronenmikroskopischen Aufnahmen zeigen die jeweilige Oberflächenstruktur (unten).



*Entwicklung der Oberflächenstruktur: poliert (links), nach thermochemischer Behandlung (Mitte) und nach abschließender Diamantbeschichtung (rechts).*

Um einen darauf beruhenden Haftverlust zu vermeiden, sind zahlreiche Vorbehandlungsmethoden entwickelt worden. Üblich ist eine nasschemische Behandlungsmethode: Murakami-Lösung, die das Wolframcarbid angreift, bewirkt eine Aufrauung der Oberfläche und mit Peroxomonoschwefelsäure lässt sich anschließend das oberflächennahe Kobalt entfernen. Als nachteilig erweist sich bei dieser Methode die mangelnde Übertragbarkeit auf unterschiedliche Hartmetallsorten, insbesondere Hartmetalle mit feiner Körnung und hohem Kobaltgehalt bereiten Schwierigkeiten. Zudem beeinträchtigt diese Behandlungsmethode die Bruchfestigkeit des Werkzeugs und die Stabilität der Randzone. Dieser Stabilitätsverlust macht sich besonders an der Werkzeugschneide bemerkbar, da der Kobaltbinder in diesem Bereich von zwei Seiten angegriffen wird. Ein vorzeitiger Verlust der Schichthaftung durch Zerrüttung infolge dynamischer Werkzeugbelastung im unterbrochenen Schnitt ist daher sehr wahrscheinlich (Abbildung 1).

### **Thermochemische Vorbehandlung**

Vor diesem Hintergrund wird am Fraunhofer IWM eine Vorbehandlungsmethode entwickelt, bei der eine Degradation der Randschicht vermieden werden soll. Die Umsetzung erfolgt über einen thermochemischen Prozess, der in einem mikrowellengestützten Plasma abläuft. Durch Rekristallisation und anschließendes Kornwachstum der äußersten Wolframcarbidkörner lässt sich eine maßgeschneiderte Oberfläche realisieren, die eine optimale Verklammerung von Schicht und Substrat ermöglicht. Während die nasschemische Methode Porosität erzeugt, lässt sich durch die thermochemische Behandlung das Flächenverhältnis von Korngrenzen zur gesamten Oberfläche der WC-Körner steigern. Diese führt zu

einer zusätzlichen Randschichtstabilisierung, die für die aufgebraute Diamantschicht unterstützend wirkt und anhand von Mikrohärtmessungen bewertet werden kann (Abbildung 2). Das Kobalt im Bereich der Randzone lässt sich während des Prozesses koinzident in die Gasphase überführen. Dies gewährleistet zwar noch nicht, dass das Kobalt während der Diamantbeschichtung an die Oberfläche zurück diffundiert, durch die Wahl geeigneter Prozessparameter konnte jedoch inzwischen gezeigt werden, dass sich die Mobilität des Kobalts stark reduzieren lässt und damit die Schichthaftung positiv beeinflusst werden kann.

### **Flexible Übertragbarkeit**

Die entwickelte Methode hat gezeigt, dass sich auf diese Weise unterschiedlichste Hartmetallsorten effektiv vorbehandeln lassen und der Einsatz von Chemikalien entbehrlich ist. Die neue Methode steigert die Schichthaftung und Randzonenstabilität erheblich. Dies betrifft insbesondere Feinstkornhartmetalle, die aufgrund ihrer hohen Härte und Biegefestigkeit als Werkstoff für Bauteile vorzuziehen sind, die dynamisch beansprucht werden.

Manuel Mee