



# Fraunhofer

IWS



Dresden

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR WERKSTOFF- UND STRAHLTECHNIK IWS



## spARC<sup>®</sup>-MODUL ZUR ABSCHIEDUNG SUPERHARTER KOHLENSTOFFSCHICHTEN

Industrielles Verfahren zur kostengünstigen Beschichtung von Werkzeugen und Bauteilen

### Motivation

Die am IWS entwickelten Schichten aus tetraedrisch gebundenem, amorphem Kohlenstoff (ta-C) mit dem Markennamen Diamor<sup>®</sup> sind mit einem Diamantbindungsanteil bis zu 70 % extrem hart und weisen sowohl geschmiert als auch trocken einen sehr niedrigen Reibungskoeffizienten auf. Sie besitzen derzeit das höchste Potenzial zur Reduzierung von Verschleiß und Reibung und finden daher immer weiter Eingang in die industrielle Anwendung. Mit dem short pulsed Arc (spARC<sup>®</sup>) steht nun neben der am IWS entwickelten Laser-Arc<sup>™</sup>-Technologie ein weiteres, robustes Verfahren zur preisgünstigen Abscheidung von Diamor<sup>®</sup> zur Verfügung.

### Lösung

Der spARC<sup>®</sup> stellt eine Kombination aus dem Gleichstrom-Vakuumbogen (einem industriell weit verbreiteten Verfahren zur Abscheidung von Verschleißschutzschichten) und kurzen Hochstropmpulsen dar. Einem kontinuierlich brennenden Gleichstrombogen mit einem Bogenstrom zwischen 50 A und 100 A mit einer Frequenz von 100 Hz werden Hochstropmpulse mit einer Pulsdauer von 300 µs und einem Spitzenstrom von ca. 1550 A überlagert. Diese Strompulse bewirken eine Erhöhung der Energie der schichtbildenden Kohlenstoffionen und damit einen hohen Anteil an Diamantbindungen in der Schicht. So lassen sich Schichten mit einer Härte von ca. 4500 HV abscheiden.

#### Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS

Fraunhofer-Projektgruppe im DOC  
Dortmunder OberflächenCentrum  
Eberhardstraße 12, 44145 Dortmund

Fax +49 231 844-6025  
[www.iws.fraunhofer.de/doc](http://www.iws.fraunhofer.de/doc)

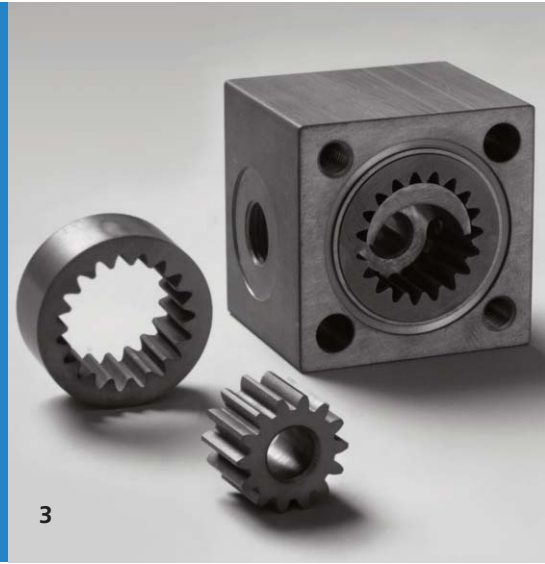
Ansprechpartner:  
Dr. Teja Roch  
Telefon +49 231 844-3894  
[teja.roch@iws.fraunhofer.de](mailto:teja.roch@iws.fraunhofer.de)



1



2

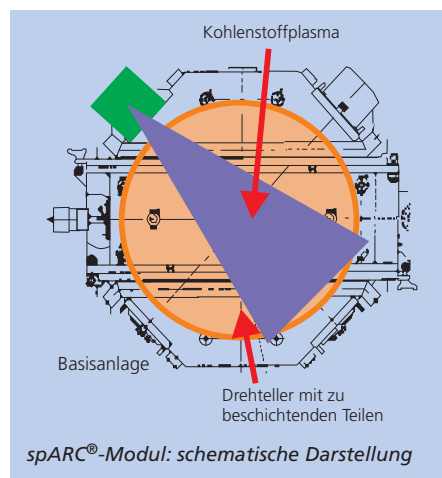


3

## Das spARC®-Modul

Das spARC®-Modul besteht aus einer Verdampferplatte mit der benötigten Zahl an Verdampferquellen, welche an einen freien Flansch einer bestehenden Anlage angepasst werden kann. Hinzu kommen, je nach Zahl der Verdampfer, ein bis drei Schaltschränke, welche die Steuerung, die Gleichstrom- und die Pulsstromquellen enthalten. Der modulare Aufbau erlaubt eine einfache Nachrüstung bestehender Beschichtungsanlagen mit einer bis sechs Verdampferquellen, je nach Größe der Basisanlage. Mit drei Verdampferquellen z. B. lässt sich, je nach Anforderung an die Schichtdickenhomogenität, eine Beschichtungshöhe bis zu 800 mm abdecken.

Der einfache, robuste Aufbau, der kaum bewegte Teile enthält, sorgt für eine hohe Zuverlässigkeit und eine problemlose Integration in bestehende Anlagen. In Verbindung mit der einfachen und preisgünstigen Quellentechnologie und den hohen Abscheideraten ist das Verfahren sehr gut für die kostengünstige Beschichtung von Werkzeugen und Bauteilen geeignet.



## Anwendungen

Das spARC®-Modul kann als Nachrüstset mit bis zu sechs Verdampfern problemlos in bestehende PVD-Anlagen unterschiedlicher Größe integriert werden. Durch die Nutzung bestehender Infrastruktur erlaubt es die kostengünstige Abscheidung superharter, tetraedrisch gebundener, amorpher Kohlenstoffschichten mit einem hohen Potenzial zur Minderung von Reibung und Verschleiß.

Typische Anwendungen solcher Schichten sind Werkzeuge für die spanende Bearbeitung von Aluminium, Kupfer, Messing oder CFK, wo sie den Werkzeugverschleiß und die Aufbauschneidbildung verringern. Sie eignen sich für die Beschichtung von Schneidwerkzeugen (Messer und Scheren, hand- oder maschinengeführt) und von Werkzeugen für die Blechumformung, insbesondere für das Umformen stark schmierender Werkstoffe (Edelstahl, verzinkter Stahl, Aluminium, Kupfer). Auch die Beschichtung von Bauteilen in Reib- und Gleitpaarungen ist vorteilhaft, vor allem dort, wo die Gefahr der Mangelschmierung besteht oder nicht geschmiert werden darf (z. B. Pharma- und Lebensmittelindustrie).

### Kenndaten der Diamor®-Abscheidung mittels spARC®

Gleichstrom:	50 A bis 100 A
Pulsbogenstrom:	1550 A
Pulslänge:	0,25 ms bis 0,3 ms
Arbeitsfrequenz:	100 Hz
Abscheiderate in Dreifachrotation:	2 µm/h
Abscheidemedium:	Hochvakuum ( $p \approx 10^{-3}$ Pa)
Abscheidetemperatur:	unter 150 °C

### Kenndaten der Diamor®-Schichten

Härte:	40 - 70 GPa
E-Modul:	400 - 600 GPa
Reibkoeffizient (trocken):	0,1
Reibkoeffizient (geschmiert):	< 0,05
Thermische Stabilität:	400 °C (Luft), 650 °C (Vakuum)

- 1 Prozessaufnahme einer Beschichtung mit der spARC®-Technologie
- 2 Mit Werkzeugen bestückte spARC®-Beschichtungskammer
- 3 Mit Diamor® beschichtete Al-Zahnradpumpe zum Fördern von Flüssigkeiten