

Kristalliner Diamant – die Revolution für Gleitringdichtungen

Für die meisten Menschen hat Diamant wohl den größten Reiz, wenn man ihn zu einem Schmuckstück verarbeitet im Dekolleté einer schönen Frau erblickt. Vielen ist auch seine extreme Härte, die höchste Härte aller Materialien, aus der Anwendung von Werkzeugen, wie z.B. dem Glasschneider, bekannt. Wird kristalliner Diamant von der DiaCCon GmbH als dünne CVD-Schicht auf Gleitringdichtungen und -lager aufgebracht, so ist eine beeindruckende Leistungssteigerung die Folge.

Martin Rüffer

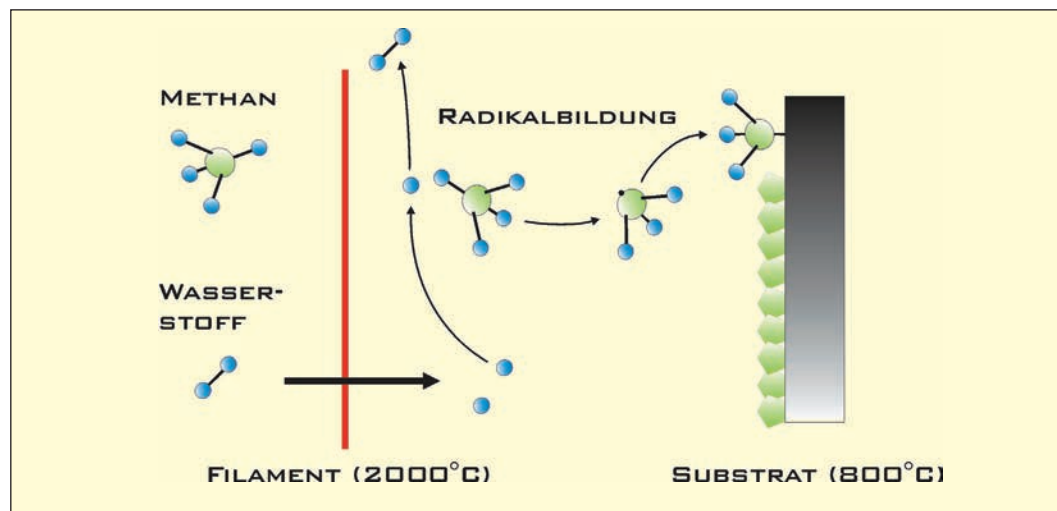
Kristalliner Diamant hat schon im Mittelalter die Alchemisten aufgrund seiner einzigartigen physikalischen Eigenschaften fasziniert. Am bekanntesten ist seine extrem hohe Härte von 10000 HV. Diese Härte ist durch kein anderes auf der Erde bekanntes Material zu übertreffen und macht kristallinen Diamant dadurch zu einem äußerst verschleißbeständigen Material. Weniger bekannt ist, dass kristalliner Diamant über einen sehr niedrigen Reibkoeffizienten und bei Raumtemperatur mit 2000 W/Km auch über die höchste Wärmeleitfähigkeit al-

ler Materialien verfügt. Dazu kommt noch die hohe chemische Beständigkeit, die kristalline Diamantschichten in beinahe allen chemischen Umgebungen unangreifbar macht. All diese Eigenschaften sind Idealvoraussetzungen für den Einsatz in der Gleitringdichtungstechnik.

Sie konnten allerdings bisher nur bei Verwendung von natürlichen Diamanten genutzt werden, die aufgrund ihres hohen Preises, der Verfügbarkeit und nicht zuletzt wegen der aufwendigen Bearbeitung die Anwendbarkeit sehr einschränkten. Die DiaCCon GmbH mit

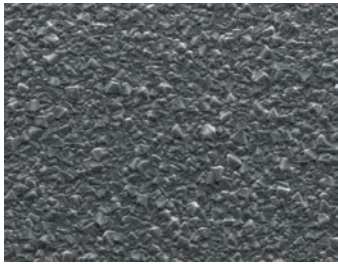
Sitz in Fürth bietet nun das volle Potential des kristallinen Diamanten als dünne CVD-Schicht auf verschiedensten Bauteilen an. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf der Beschichtung von Gleitringdichtungen.

Häufig allerdings wird kristalliner Diamant noch mit Diamond Like Carbon, kurz DLC, verwechselt. Die einzige Gemeinsamkeit dieser Schichten ist jedoch nur, dass sie beide aus Kohlenstoff bestehen. Die physikalischen Eigenschaften sind dagegen sehr unterschiedlich. So erreicht DLC mit ca. 3500 HV bei wei-



◀ **Abb. 1** Der Diamantbeschichtungsprozess ist relativ leicht verständlich. Ein Gemisch aus Methan und Wasserstoff wird bei Unterdruck durch ca. 2000°C heiße Drähte angeregt. Es werden Radikale gebildet die an der ca. 800°C heißen Substratoberfläche kristallinen Diamant bilden. Durch die hohe Substrattemperatur wird durch die Bildung von kovalenten Bindungen eine sehr hohe Schichthaftung erreicht.

tem nicht die Härte von kristallinem Diamant (10000 HV) und kann aufgrund einer relativ niedrigen Beschichtungstemperatur (ca. 250 °C) kaum sehr haftfeste Bindungen zum Substrat bilden. Für die Herstellung von kristallinen Diamantschichten wird eine Beschichtungstemperatur von ca. 800 °C benötigt, wodurch sich



▲ Abb.2: Eine kristalline Diamantschicht besteht aus unzähligen mikroskopisch kleinen Diamantkristallen, von denen jeder einzelne über die gleichen herausragenden Eigenschaften (z.B. die höchste Härte) wie der Naturdiamant verfügt. Korngröße und Rauigkeit sind je nach Anwendung in weiten Grenzen einstellbar.

sehr starke kovalente Bindungen zum Substrat aufbauen. Dies ist als Grundvoraussetzung für eine haftfeste Schicht zu sehen, die hohen tribologischen Belastungen ausgesetzt

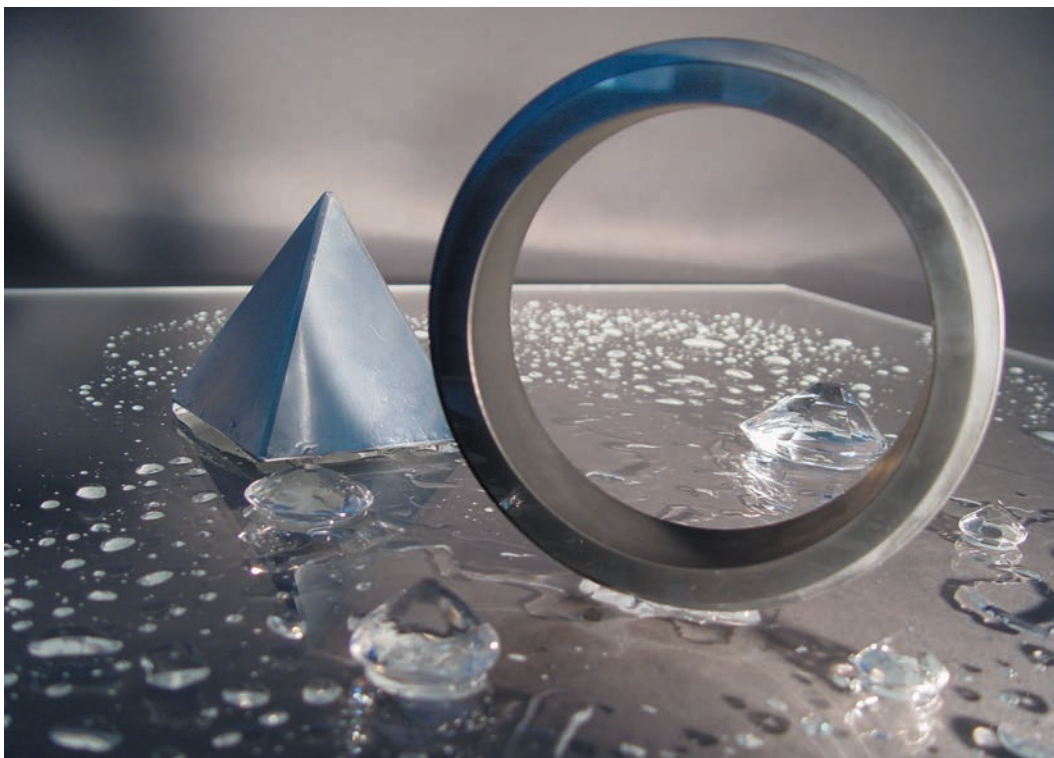
werden soll. Allerdings wird durch die hohe Beschichtungstemperatur die Substratauswahl eingeschränkt. Kunststoffe, Aluminium und auch Stahl lassen sich deshalb nicht mit kristallinem Diamant beschichten. Siliziumkarbid, das Material aus dem Gleitringdichtungen hergestellt werden, ist dagegen hervorragend beschichtbar.

Das Prinzip der Diamantbeschichtung ist relativ leicht verständlich (Abb. 1). In einem Reaktor werden im Vakuum bei einem Druck von typischerweise 10 mbar Wasserstoff und Methan vermischt. Methan ist hierbei der Kohlenstoffträger für die Bildung von kristallinem Diamant. Diese Gasphase wird durch eine Energiequelle angeregt, wobei dies für eine homogene Beschichtung im Serienmaßstab am besten mit ca. 2000 °C heißen Wolframdrähten, sog. Hot Filaments, funktioniert. Durch die Spaltung des molekularen Wasserstoffes an diesen heißen Drähten und der damit einhergehenden Anregung des Methans (Radikalbildung) wird die Diamantbildung an der ca. 800 °C heißen Bauteiloberfläche angeregt. Wird ein Bauteil derart mit einer kri-

stallinen Diamantschicht überzogen, so besteht die Oberfläche aus unzähligen kleinen Diamantkristallen von denen jeder einzelne die gleichen herausragenden Eigenschaften besitzt wie der Naturdiamant (Abb. 2). Die Form der Diamantkristalle, deren Größe und damit auch die Oberflächenrauigkeit ist in weiten Grenzen, je nach Anwendungsfall, einstellbar.

Aufgrund seiner interessantesten physikalischen Eigenschaften ist kristalliner Diamant für eine Vielzahl von Anwendungen interessant. Das Hauptaugenmerk liegt allerdings auf der Beschichtung von Gleitringdichtungen und Gleitlagern aus Siliziumkarbid (Abb. 3). Hier lassen sich sowohl im Regelbetrieb als auch unter Notlaufbedingungen enorme Verbesserungen erzielen. Extremstes Beispiel ist sicherlich der absolute Trockenlauf beim Ausfall des schmierenden Mediums. Bei nicht beschichteten konventionellen SiC-Gleitringdichtungen werden schnell sehr hohe Reibwerte bei sehr hohem Verschleiß erreicht (Abb. 4). Der Gleitring läuft in kürzester Zeit heiß,

zerstört dabei die Sekundärdichtelemente und durch den Verschleiß an den Dichtflächen tritt Leckage auf. Im schlimmsten Fall zerbricht der Gleitring, was den Totalausfall der Pumpe mit all seinen Konsequenzen zur Folge hat. Wird in einem solchen Szenario eine mit kristallinem Diamant beschichtete Gleitringdichtung verwendet, so bleiben die Reibwerte trotz der widrigen Bedingungen auf sehr niedrigem Niveau und der Verschleiß sinkt gegen Null (Abb. 5). Die Gleitringdichtung ist auch nach einer solchen Extrembelastung nicht zerstört, behält ihre Dichtfähigkeit und kann ohne Revision weiterverwendet werden. Durch eine Beschichtung mit kristallinem Diamant ist im reinen Trockenlauf eine Laufzeit von mehreren Stunden erreichbar. Eine unbeschichtete Dichtung hält dagegen nur einige Minuten durch. Oft sind es nicht vermeidbare konstruktive Eigenschaften einer Anlage die z.B. zu Strömungsabriss und damit zu Mangel an schmierendem Medium führen. Häufig sind es aber auch sehr banale Dinge die zum Trockenlauf führen. Prüft der Elektriker z.B. beim Einbau einer



◀ Abb.3: Eine mit kristallinem Diamant (kein DLC!) beschichtete Gleitringdichtung ist extrem verschleißbeständig und hat einen sehr niedrigen Reibkoeffizienten. Trockenlauf und abrasive Partikel können ihr kaum was anhaben. Durch den niedrigen Reibkoeffizienten kann teilweise sogar auf eine Kühlung der Dichtung verzichtet werden.

**Drehkolbenpumpen und Mazeratoren...
...für alles was fließt... und mehr!**

HiFlo
Technology

RotaCut
Macerators

VOGELSANG
www.vogelsang-gmbh.com

Drehkolbenpumpen • Mazeratoren • Biogastechnology
Deutschland • USA • UK • Frankreich • Dänemark • Italien • Polen
Tel.: +49 (0) 5434 830 • E-Mail: info@vogelsang-gmbh.com

Kennziffer 128 ▲

Pumpenüberwachung
ohne externe Sensorik

Überwachung auf
Trockenlauf
Blockierung
Überlast
Kavitation
Magnetkupplungsabriss

Die Montage erfolgt ausserhalb des
Ex-Bereiches im Schaltschrank

Unipower®

Ulrich Buhr Industrie-Elektronik
Dipl. Ing. (FH) Ulrich Buhr Tel.: (05191) 18216
Winsener Str. 34a, 29614 Soltau Fax: (05191) 18217

www.unipower.de



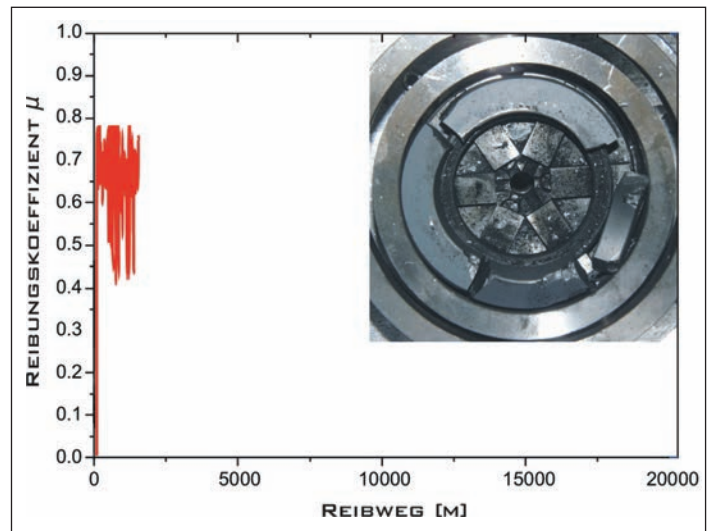
Kennziffer 129 ▲

neuen Pumpe im trockenen Zustand kurz die Drehrichtung, kann man ohne kristalline Diamantschicht die Pumpe gleich wieder in Reparatur geben.

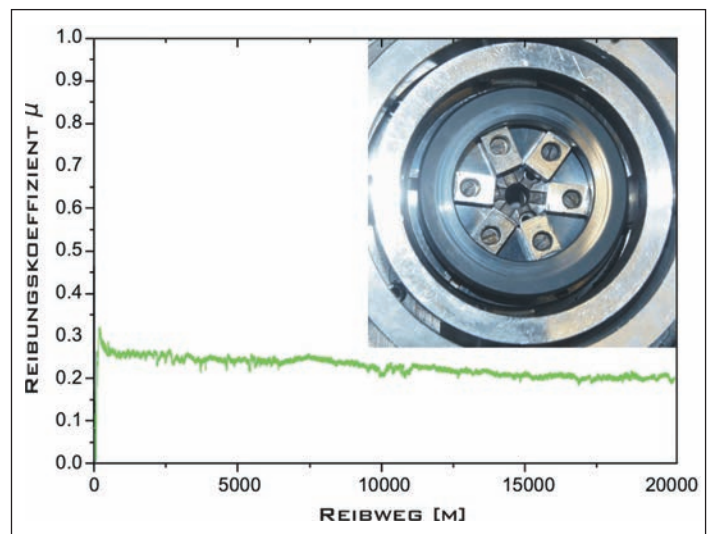
Neben diesen Extremfällen mit Trockenlauf kann auch im Regelbetrieb einer Gleitringdichtung eine kristalline Diamantschicht deutliche Verbesserungen bringen. Häufig werden z.B. mit harten Feststoffen beladene Medien gepumpt. Gelangen solche abrasiven Partikel in den Gleitspalt, so können sie die Dichtfläche zerstören und es kommt zu Leckage und Laufschwierigkeiten. Bei einer mit kristallinem Diamant beschichteten Gleitringdichtung werden solche Partikel aufgrund der extrem hohen Härte des Diamanten regelrecht zerrieben, wobei die Oberfläche unbeschädigt bleibt

und Wartungsintervalle verlängert werden können.

Auch der niedrige Reibkoeffizient von kristallinen Diamantschichten bringt Vorteile für den Regelbetrieb mit sich. Viele Dichtungen müssen während ihres Betriebes gekühlt werden um entstehende Reibungswärme abzuführen. Aufgrund des sehr niedrigen Reibungskoeffizienten von kristallinem Diamant entsteht generell weniger Wärme. Dies kann soweit gehen, dass auf eine bestehende Kühlung nach dem Einbau einer mit kristallinem Diamant beschichteten Gleitringdichtung verzichtet werden kann. Dies bedeutet neben der besseren Performance der Gleitringdichtungen auch noch eine Kostenersparnis bei der Auslegung und dem Betrieb eines Pumpenagregates. Mit kristal-



▲ Abb.4: Unbeschichtete konventionelle Gleitringdichtungen aus SiC zeigen bei Trockenlauf einen sehr hohen Reibkoeffizienten. Eine rasche Erwärmung mit einher gehender Zerstörung der Sekundärdichtelemente und auftretender Leckage sind die Folgen. Im Extremfall zerbricht der Ring und ein Totalausfall ist die Folge.



▲ Abb.5: Mit kristallinem Diamant beschichtete Gleitringdichtungen zeigen im Vergleich zu Unbeschichteten im Trockenlauf sehr niedrige Reibkoeffizienten. Der Verschleiß sinkt gegen Null und die Gleitringdichtung ist auch nach sehr langen Trockenlaufzeiten weiterverwendbar. Auch bei mit abrasiven Partikeln beladenen Medien ist die beschichtete Dichtung im Vorteil, da in den Dichtspalt eindringende Partikel regelrecht zer-mahlen werden und die Dichtfläche nicht zerstören können.

linem Diamant beschichtete Gleitringdichtungen bringen sowohl für den Hersteller von Gleitringdichtungen und Pumpen als auch für den Anwender große Vorteile. Neben der enorm erhöhten Notlauf-sicherheit und der besseren Performance können zusätzlich noch Betriebskosten gespart werden. Da dies allein durch das Aufbringen einer dünnen Schicht auf die Gleitringoberfläche erreicht werden kann,

muss weder Konzeption noch Konstruktion geändert werden und es entstehen somit keine zusätzlichen Kosten.

Kennziffer 229

DiaCCon GmbH
Fax-Info +49(0)9131/ 8527515
www.diacon.de
info@diacon.de