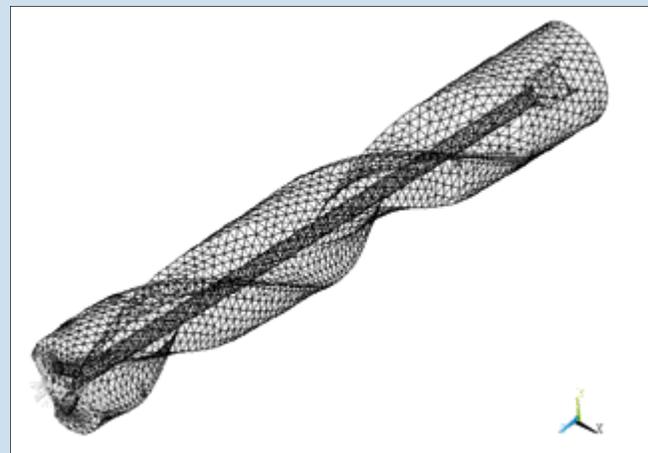
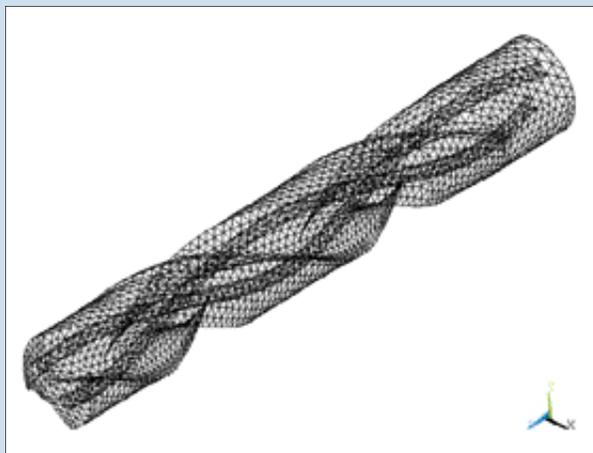


# Das Bohrwerkzeug für den MMS-Einsatz fit gemacht

Moderne HPC-Bohrwerkzeuge sind gekennzeichnet durch leistungsfähige Schneidstoffe, MMS-gerechte Beschichtungen und eine Geometrie, die den Spanfluss unterstützt und einer Überhitzung entgegenwirkt. Dank eigener Hartmetallherstellung, Beschichtungsentwicklung und Schleiftechnologie ist Gühring, Albstadt, in der Lage, alle leistungsbestimmenden Parameter zielführend einzustellen. Bei der Bestimmung der Werkzeuggeometrie helfen moderne Hilfsmittel wie FEM oder CFD. Praktische Tests mit Hochgeschwindigkeitskameras und Thermografiesystemen vermitteln wichtige Erkenntnisse.

PETER HÄNLE UND DIETER GSÄNGER

## MODELLVERGLEICH EINES KONVENTIONELLEN UND EINES HPC-BOHRWERKZEUGS



**1** Erhöhter Nutquerschnitt erleichtert den Spanfluss: Vernetztes Modell eines konventionellen Bohrwerkzeugs (links) und eines HPC-Bohrwerkzeugs

In der Vergangenheit wurde die Technologie der Minimalmengenschmierung oftmals auf Eigeninitiative der Anwender hin eingeführt. Die Motivation hierfür war in der Regel der Wunsch nach Kosteneinsparung. Häufig wurden Werkzeuge für die Nassbearbeitung einfach mit MMS eingesetzt. Bei dieser Vorgehensweise stieß man jedoch sehr schnell an Grenzen im Hin-

blick auf die Leistungsfähigkeit der Werkzeuge, und es wurde klar, dass eine bloße Substitution des Schmiermittels kein zielführender Ansatz ist. Dies hatte zur Folge, dass heutzutage eine gewisse Skepsis vor der Einführung der MMS-Technologie vorherrscht.

Ein professioneller Ansatz bei der Gestaltung MMS-gerechter Werkzeuge erlaubt heute eine deutliche Leistungssteigerung bei gleichzeitiger Wahrung der Prozesssicherheit. Unter dem Begriff Hochleistungsbearbeitung (HPC) wird von dem Bearbeitungsprozess und somit dem Werkzeug weit mehr abverlangt als lediglich der Einsatz mit einem anderen Schmiermedium. Erhöhte Vorschübe und Schnittgeschwindigkeiten und somit ver-

kürzte taktzeitrelevante Fertigungszeiten unter gleichzeitiger Verwendung der MMS-Technologie werden seitens der Anwender immer stärker gefordert.

### Auf drei Parameter kommt es beim Bohrwerkzeug vor allem an

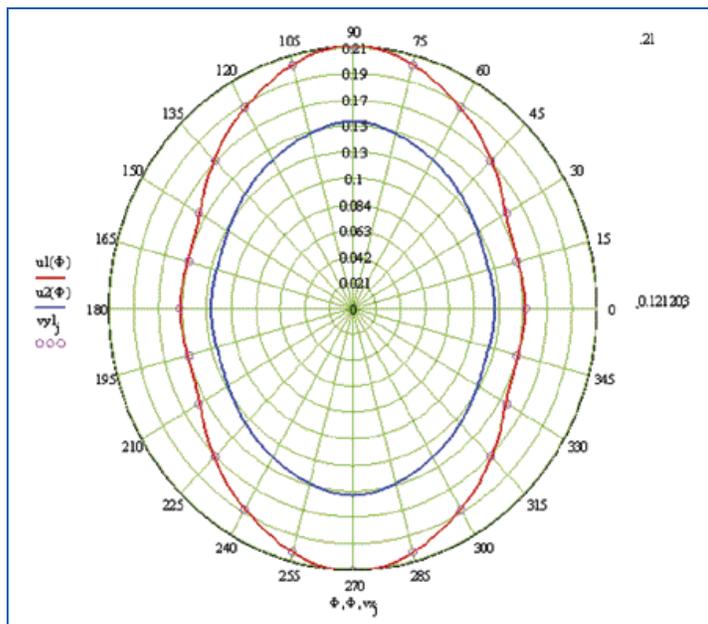
Die für die Leistungsfähigkeit und Prozesssicherheit relevanten Eigenschaften eines Bohrwerkzeugs werden maßgeblich von drei Parametern beeinflusst. An erster Stelle sei hier die Herstellung des Hartmetallsubstrats genannt, gefolgt von dessen schleiftechnischer Weiterverarbeitung und abschließend der Beschichtungstechnologie. Der ganzheitliche Ansatz zur Entwicklung von Hochleistungs-Bohrwerk-

#### **i** HERSTELLER

Gühring OHG, 72458 Albstadt,  
Tel. 0 74 31/17-0,  
Fax 0 74 31/17-2 79,  
www.guehring.de  
EMO Halle 16.II / B 40

Gehüpft wie gedehnt

2 Radiale Nachgiebigkeit beim konventionellen (blau) und beim HPC-Bohrwerkzeug (rot)



zeugen erfordert somit von einem Werkzeughersteller, dass er alle leistungsbestimmenden Parameter selbst zielführend beeinflussen und kombinieren kann. Gühring besitzt auf Grund hoher Fertigungstiefe diese Möglichkeiten. Die Hartmetallfertigung, die Beschichtungstechnologie und die Schleiftechnik sind bei Gühring Kernkompetenzen mit jeweils eigenen Entwicklungsabteilungen. Darüber hinaus stellt Gühring für alle genannten Instanzen die Anlagentechnik selbst her.

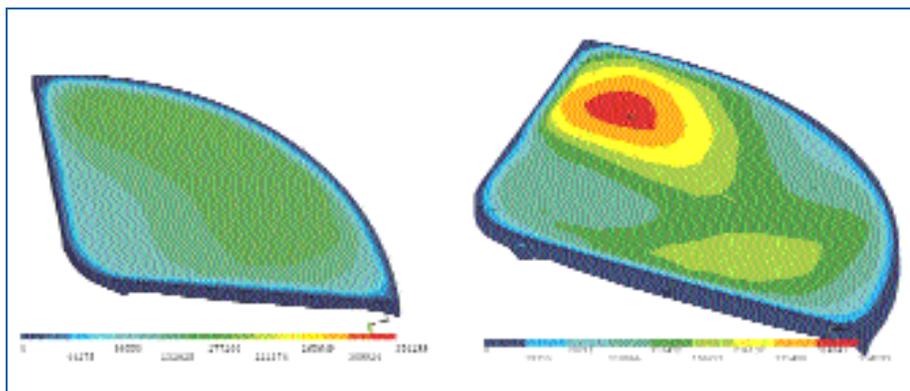
Diese drei Parameter gilt es zielführend einzusetzen und aufeinander abzustimmen.

Die Geometrie unterstützt den Spanfluss unter MMS-Einsatz

Zur Optimierung von Zerspanungswerkzeugen kommt bei Gühring verstärkt die Finite-Elemente-Methode (FEM) zum Einsatz. FEM erlaubt die Dimensionierung und Optimierung der Werkzeuge be-

reits in der Konstruktionsphase. Bild 1 zeigt das vernetzte FEM-Modell eines konventionellen Bohrwerkzeugs im Vergleich zu einem Hochleistungs-Bohrwerkzeug. Der Nutquerschnitt des HPC-Werkzeugs vergrößert sich von der Werkzeugspitze in Richtung Werkzeugschaft. Diese Erhöhung des Nutquerschnitts erleichtert den Spanfluss unter MMS-Einsatz deutlich. Jedoch muss diese Steigerung beträchtlich sein, um die gewünschten Effekte zu erzielen. Die Erhöhung des Nutquerschnitts beträgt im gezeigten Fall mehr als 30 Prozent gegenüber dem konventionellen Bohrwerkzeug.

Jedoch erlaubt eine derartig gestaltete Nut nicht den Einsatz von Hartmetall-Rohstäben mit verdrehten Kühlkanälen. In diesem Fall bietet sich ein zentraler Kühlkanal an, dessen Austritte Y-förmig zur Schneide hin gerichtet sind (Bild 1 rechts). Somit ist man ►►



3 Strömungsprofil beim Bohrwerkzeug mit Standard-Nutform (links, Volumenstrom = 100 Prozent, MMS-Geschwindigkeit: 177 units) und beim Werkzeug mit optimierter Nutform (rechts, Volumenstrom 140 Prozent, MMS-Geschwindigkeit: 354 units)

Das Original mit dem FAHRION 20



wer Präzision will, der spannt mechanisch auch heute noch!

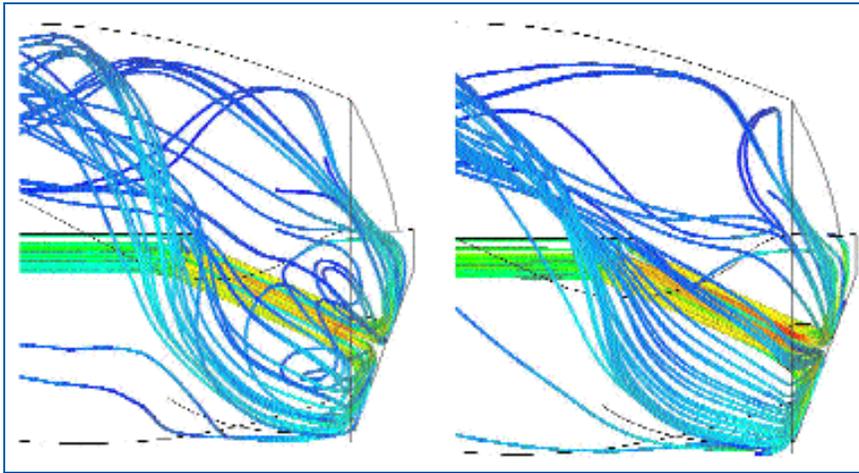
Unsere System-Rundlaufgenauigkeit: 3 µm bei HP plus und 10 µm im Standardbereich  
Präzise - Flexibel - Kostengünstig



**FAHRION**  
PRÄZISION

Präzisions-Spannwerkzeuge

Forststraße 54 DE-73667 Kaisersbach  
Tel. +49 (0)7184/9282-0 E-Mail: info@fahrion.de



4 Laminare Strömung dank optimierter Nutform: Strömungsprofil beim konventionellen (links) und beim optimierten Werkzeug (rechts)

in der Gestaltung der Nutform und -größe frei. Die dafür erforderlichen Hartmetallstäbe sind nicht trivial herstellbar. Ein Einbringen dieser Kühlkanalform mittels Erodieren in Hartmetallstäbe scheidet auf Grund der langen Bearbeitungsdauer und der mit der Mikrorissbildung verbundenen erhöhten Werkzeugbruchgefahr aus. Als großer Hartmetallhersteller hat Gühring die Möglichkeit, Hartmetallstäbe im Grünlingszustand zu bearbeiten und anschließend zu sintern. Somit entfallen die oben genannten Nachteile erodierter Kühlkanäle.

Um die volle Leistungsfähigkeit von HPC-Werkzeugen ausschöpfen zu können, sind stabile Einsatzbedingungen erforderlich. Eine Öffnung der Spannutt bringt unweigerlich eine größere radiale Nachgiebigkeit des Werkzeugs mit sich (Bild 2). Folglich müssen vor allem beim Anbohren statisch und dynamisch stabile Verhältnisse herrschen.

Mit dem größeren Nutquerschnitt unterstützt eine höhere Strömungsgeschwindigkeit verbunden mit einem drastischen Anstieg des Volumenstroms die Spanent-sorgung sehr stark. Anschaulich dargestellt wird diese Aussage in Bild 3, welches die Strömungsprofile einer konventionellen Nutgeometrie (links) und einer Nut mit optimiertem Profil und Erweiterung (rechts) gegenüberstellt. Der Volumenstrom liegt im letzteren Falle rund 40 Prozent höher, die Strömungsgeschwindigkeit wird partiell verdoppelt. Auch ist der Öffnung des Kühlkanals besondere Aufmerksamkeit zu schenken, da dessen Gestaltung die optimale Versorgung der Wirkstelle mit Schmiermedium sicherstellt. In Bild 4 links ist das Strömungsprofil eines nicht für die MMS-Bearbeitung optimierten Bohrwerkzeugs dargestellt, das deutliche Verwirbelungen zeigt, das rechte Bild zeigt

eine laminare Strömung im optimierten Bohrwerkzeug.

### MMS-gerechte Beschichtung verbessert die Spanabfuhr

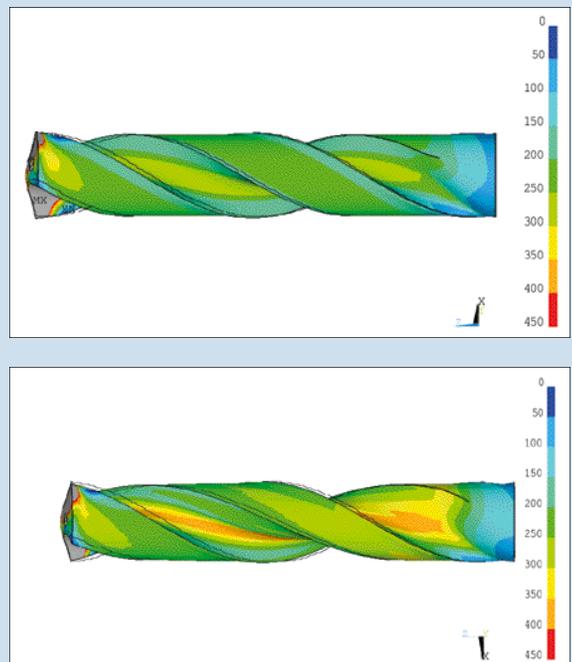
Umfangreiche Kraft- und Momentenmessungen haben gezeigt, dass es mit konventionellen Nutgrößen und -geometrien nicht möglich ist, die Späne bei HPC-Schnittparametern prozesssicher aus der Bohrung zu befördern. Es kommt zum Spänestau und damit zu einem Anstieg von Vorschubkraft und Drehmoment. Dagegen ergibt sich für die optimierte Nut ein gleichmäßiger Drehmoment- und Kraftverlauf, was auf einen idealen Spanfluss schließen lässt. Eine FEM-Berechnung zeigt, dass bei einer optimalen Wahl der Spannutt-Geometrie und -größe die Spannungen beim Hochleistungs-Bohrwerkzeug nur gering zunehmen (Bild 5). Moderne Feinstkornhartmetalle können die auftretenden Belastungen sehr gut aufnehmen.

Erleichternd für die Spanabfuhr und eine erhöhte Prozesssicherheit ist eine MMS-gerechte Beschichtung. Dies wird bei Gühring durch eine Doppelbeschichtung erreicht, die aus einer Hartstoffschicht mit einer zusätzlichen Weichstoffschicht auf Molybdän-sulfid-Basis besteht. Gühring vertreibt diese Schicht unter dem Namen »Molyglide«. Aufnahmen mit einer Hochgeschwindigkeitskamera haben ergeben, dass die Spanabfuhr-geschwindigkeit beim HPC-Bohrer

höher ausfällt als bei konventionellen Werkzeugen. Konsequenterweise ist die Temperaturbelastung an der Schneide wesentlich geringer als bei einem konventionellen Bohrwerkzeug. Neben allen Forderungen im Hinblick auf Leistungsfähigkeit und Prozesssicherheit müssen auch die Standwege des HPC-Bohrers mindestens ebenbürtig mit denen eines konventionellen Bohrers sein. Die für einen Hochleistungs-Bohrprozess angepassten Schichten müssen daher die Leistungsfähigkeit konventioneller Schichtsysteme übertreffen.

Da die Beschichtung ein »oberflächentreues« Verfahren ist, das 1:1 die Oberflächengüte des Werkzeugs abbildet, ist einer erhöhten Oberflächenqualität der funktionsbestimmenden Flächen (Führungsfase, Freiwinkel, Spanut, Ausspitzung) besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Höhere Anforderungen an die Oberflächengüte führen zu Mehrkosten bei der Werkzeugherstellung. Wird dieser Aufwand innerhalb sinnvoller Grenzen betrieben, so zahlt er sich jedoch rasch aus durch geringere Aufbauschneidenbildung und besseren Spanfluss sowie höhere Schnittleistung bei höherer Genauigkeit und längerer Werkzeugstandzeit.

### VARIANTEN DER SPANNUTT-GEOMETRIE



5 Dank optimaler Spannutt-Geometrie nur geringfügig zunehmende Spannungen beim HPC-Bohrwerkzeug (unten)

Dr. Peter Hänle ist Leiter F&E, Dieter Gsänger ist Leiter Entwicklungskonstruktion bei Gühring in Sigmaringen-Laiz; dieter.gsaenger@guehring.de online.service@guehring.de