

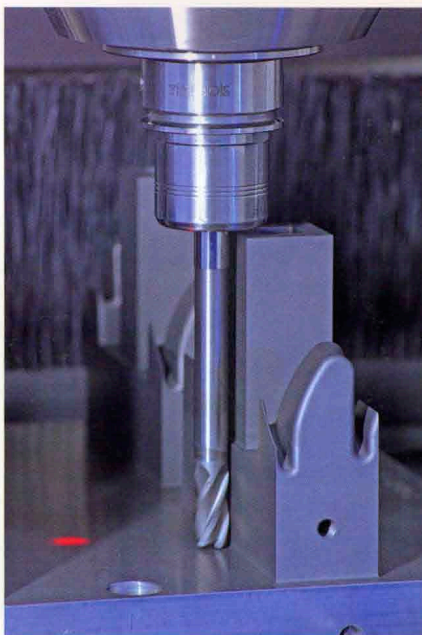
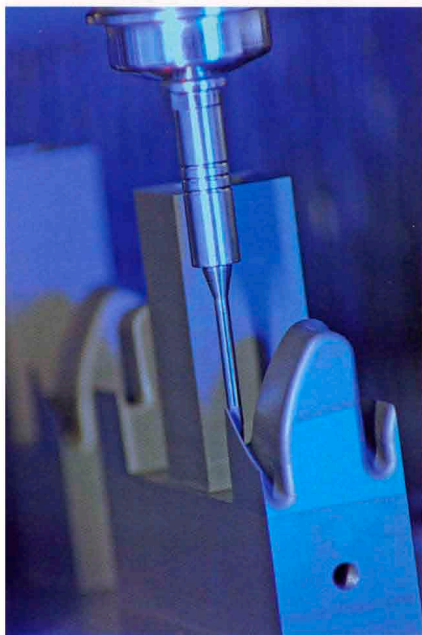


Bild 1 (links):
Perfekter Rundlauf und minimale
Störkontur: Mit TRIBOS-S lassen sich
bei der Graphitbearbeitung auch extrem
feine Konturen prozesssicher fertigen

Bild 2 (rechts):
Bei lang auskragenden Werkzeugen ist
die Rundlaufgenauigkeit der Werkzeug-
aufnahmen ein entscheidender Faktor

Spanntechnologie für die hochpräzise Elektrodenfertigung

Graphit hat sich als Elektrodenwerkstoff längst bewährt, weil es sich verglichen mit Kupfer deutlich schneller bearbeiten lässt. Zudem können Graphitelektroden auch in komplexen Geometrien gefertigt werden, was beim Erodieren die Produktionskosten senkt und den Verwaltungsaufwand reduziert. Neben genauen und verschleißfesten Werkzeugen sind für die Hochgeschwindigkeitsbearbeitung des extrem abrasiven Materials vor allem hochpräzise Werkzeugaufnahmen nötig. Nur so lassen sich bei der Elektrodenfertigung die engen Toleranzen einhalten und brillante Oberflächen erzielen. Die TRIBOS Polygonspanntechnik von Schunk – ein vielseitiges und bewährtes Highspeed-Talent aus der Metallzerspanung – erweist sich auch bei der staubintensiven Graphitbearbeitung als äußerst zuverlässige, flexible und effiziente Spannlösung.

Die Eckert GmbH aus Kriftel im Taunus ist ein Spezialist für Werkzeugbau und Metallverarbeitung.

Neben ausgeklügelten Werkzeugen für die Blechverarbeitung und exklusiven Spezialanfertigungen

aus Metall produziert das agile, inhabergeführte Unternehmen anspruchsvolle Graphitelektro-

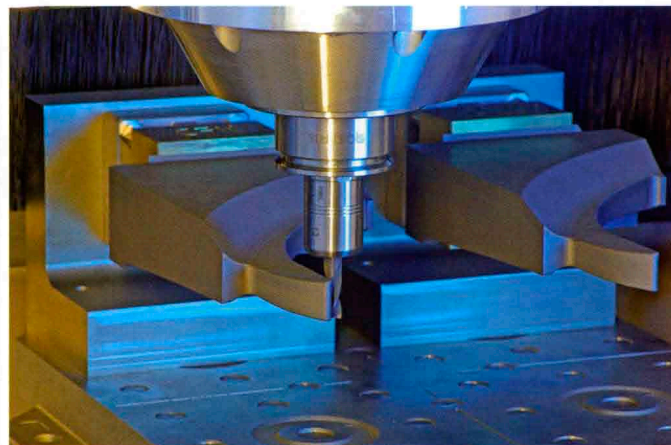


Bild 3 und 4:
Mit der hochpräzisen Polygonspanntechnik sind perfekte Graphitoberflächen sicher

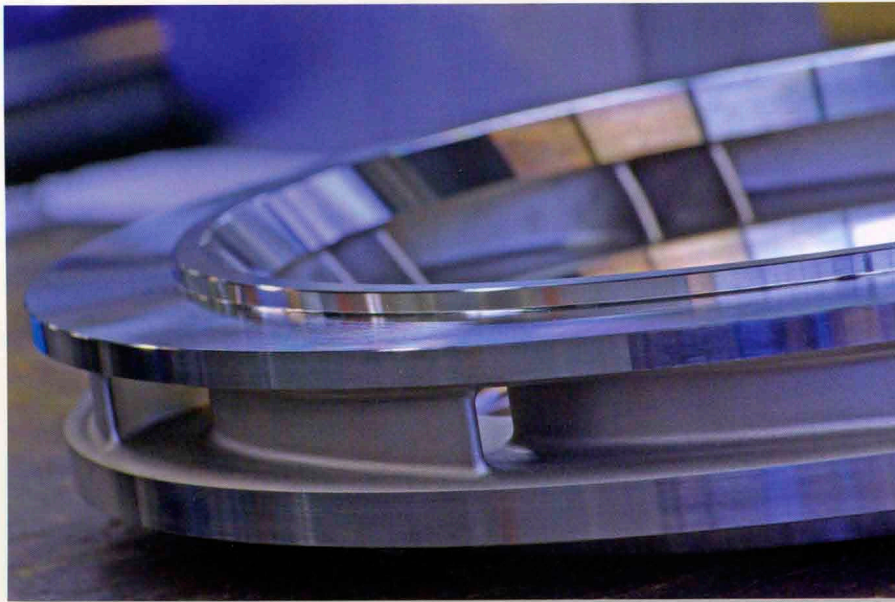


Bild 5:
Dieser Diffusor-Ring für Flugzeugturbinen wurde mit den Graphitelektroden von Eckert gefertigt

den für das in Krißfel benachbarte CFK Erodierzentrum, eines der führenden Zentren für Draht- und Senkerosion in Deutschland. Auf 35 Erodiermaschinen entstehen dort Präzisionsteile für den Werkzeug- und Formenbau, für den Maschinenbau, die Luftfahrt-, Automobil- und Elektroindustrie sowie für die optische, chemische und medizintechnische Industrie.

Highspeed-Fertigung filigraner Elektroden

Seit einer intensiven Schulung

am Graphit-Technologie-Center der SGL Carbon Group stand für CNC-Programmierer und Maschinenbediener Mustapha Benkada fest, dass die Tribos Polygonspanntechnik das Spannmittel der ersten Wahl für die anspruchsvolle Graphitbearbeitung bei Eckert ist. „Die von uns gefertigten Graphitelektroden müssen durchgängig höchste Qualitätsanforderungen erfüllen“, so Benkada. „Die kleinsten Stege an den filigranen Werkstücken messen gerade einmal 0,1 Millimeter. Solche Werte

lassen sich prozesssicher nur mit einem Werkzeughaltersystem erreichen, das auf Dauer über einen hochpräzisen Rundlauf verfügt.“ Mit bis zu 30.000 min⁻¹ bearbeitet die Highspeed-Maschine MIKRON HSM 300 Graphite Master das spröde und extrem abrasive Material. Verarbeitet wird in erster Linie verschleißfester Feinkorngraphit R 8510 mit 10 µ Korngröße sowie Feinstschlichtgraphit R 8710 mit 3 µ Korngröße. Mit ihm lassen sich beim Fräsen Oberflächenrauheiten $Ra \leq 0,5 \mu m$, also extrem glatte Oberflächen erreichen.

Die Ansprüche der Kunden sind hoch. Für jedes gefertigte Teil wird daher ein eigenes Prüfprotokoll erstellt. „Anhand unserer 100-prozentigen Qualitätskontrolle konnten wir feststellen, dass TRIBOS auch auf Dauer hochpräzise arbeitet. Es gibt keinerlei auffällige Streuung bei den Messergebnissen.“ Das ist besonders dann wichtig, wenn es um sicherheitsrelevante Teile, wie etwa Diffusor-Ringe für Flugzeugturbinen geht. Die Toleranzen am späteren Diffusor-Ring liegen bei gerade einmal 0,06 mm – ein Wert, der sich nur mit hochpräzise gefertigten Elektroden erreichen lässt.

Tausendfach gespannt – immer noch präzise

Das Geheimnis für die konstant hohe Rundlaufgenauigkeit der

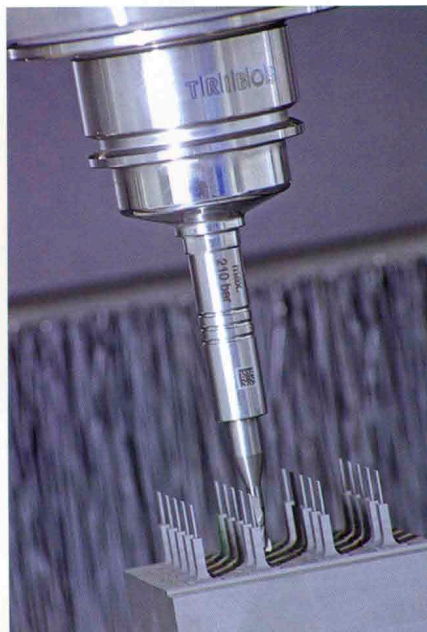


Bild 6 und 7:
Hier ist Präzision gefragt: Die Stege der filigranen Graphitelektroden von Eckert messen zum Teil nur 0,1 mm

Polygonspannfutter von Schunk liegt im Spannprinzip: Der Werkzeughalter hat anstelle einer runden eine polygonförmige Aufnahmebohrung für das Werkzeug. Mit einer Spannvorrichtung wird von außen ein definierter Druck beaufschlagt, der die Aufnahmebohrung innerhalb des dauerelastischen Bereichs zu einem Zylinder verformt. Dieser Vorgang bewegt sich unterhalb der $R_p 0,2$ %-Dehngrenze, so dass Gefügeänderungen im Stahl ausgeschlossen sind. In diesem Zustand kann das Werkzeug spielend leicht in den Halter gefügt werden. Anschließend wird der äußere Druck reduziert, der Innendurchmesser bewegt sich aufgrund seiner Materialelastizität in die ursprüngliche, polygonale Form zurück und das Werkzeug wird über die Eigenspannung des Stahls kraftschlüssig gespannt. Auch kleinste Werkzeugdurchmes-

ser ab 0,3 mm werden sicher und präzise gespannt. Mit einer Rundlauf- und Wiederholgenauigkeit $< 0,003$ mm bei einer Ausspannlänge von $2,5 \times D$ und einer Wuchtgüte G 2.5 bei 25.000 min^{-1} erfüllen die Werkzeughalter selbst höchste Anforderungen. TRIBOS enthält keine beweglichen Teile. Daher ist das Spannsystem im Gegensatz zu Spannzangenfuttern mechanisch unempfindlich und gewährleistet eine nahezu wartungs- und verschleißfreie Spannung. Dauertests haben gezeigt, dass auch bei tausendfach wiederholten Spannvorgängen keinerlei Materialermüdung auftritt. Damit ist das System anderen Spanntechnologien, die mit der Zeit an Rundlaufgenauigkeit verlieren, deutlich überlegen. Weil die Aufnahmen beim Spannvorgang ausschließlich radial verformt werden und so gut wie keine Ausdehnung

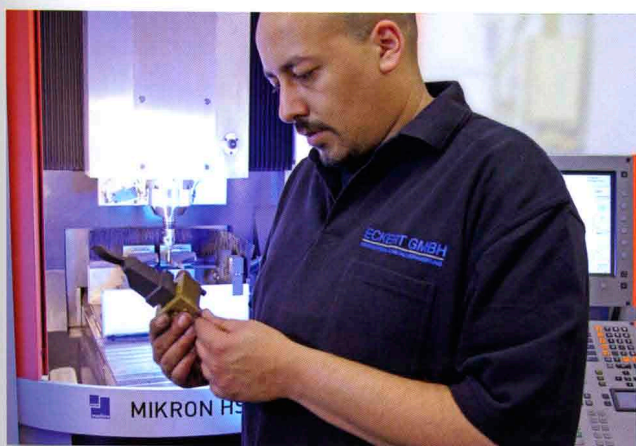


Bild 8:
Mustapha Benkada ist für die Graphitbearbeitung verantwortlich.
Er weiß die hohe Präzision von TRIBOS zu schätzen

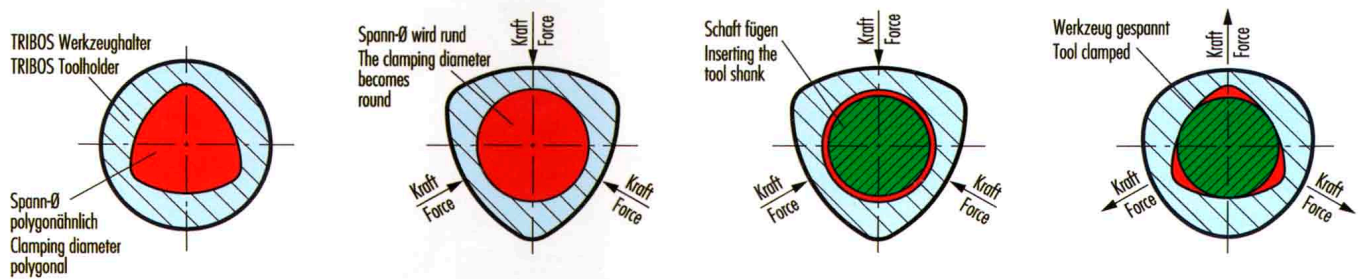


Bild 9:

Bei TRIBOS erfolgt die Werkzeugspannung nahezu wartungs- und verschleißfrei: Das sichert dauerhafte Präzision

in der Länge stattfindet, können Werkzeuge mit einer minimalen Toleranz von nur 0,01 mm in der Länge eingestellt werden. Auch dies ist ein wesentlicher Vorteil gegenüber thermischen Schrumpffuttern, bei denen sich während der Abkühlung die Länge reduziert.

Hohe Drehzahlen

Besonders interessant für die Bearbeitung von Graphit sind hohe Schnittgeschwindigkeiten. Dies gilt erst recht, wenn es um die Bearbeitung mit sehr kleinen Werkzeugdurchmessern geht. Aufgrund der stark abrasiven Wirkung des Graphit-Feinstaubes verwendet Eckert in erster Linie diamantbeschichtete CVD- bzw. PKD-Werkzeuge. Das kleinste

derzeit eingesetzte Werkzeug ist ein 0,4 mm Kugelfräser mit einem Schaftdurchmesser von 4 mm. Zudem testet Mustapha Benkada derzeit Werkzeuge mit einem Durchmesser von gerade einmal 0,2 mm an der Werkzeugschneide.

Je höher die Schnittgeschwindigkeit an der Schneide desto brillanter wird in der Regel die Oberfläche des Graphits. Die Polygonspannfutter von Schunk sind generell für Drehzahlbereiche bis 80.000 min^{-1} ausgelegt – ideal also, um sehr feine Oberflächen zu erzielen. Spezielle Aufnahmen, wie etwa der für die Mikrobearbeitung konzipierte Tribos-Mini, sind sogar für Drehzahlen bis 205.000 min^{-1} getestet.

Individuelle Lösung schafft zusätzlichen Platz im Maschinenraum

Ein Experte für die präzise Zerspaltung im hohen Drehzahlbereich ist das Spannfutter TRIBOS-RM. Der äußerst kompakte Werkzeughalter verfügt über eine hohe Radialsteifigkeit und erlaubt dem Anwender, die Möglichkeiten moderner HSC-Bearbeitungszentren voll auszunutzen. Seine Spannkraft ermöglichen bei exzellentem Rundlauf hohe Zerspanleistungen und steigern so auch bei der Graphitbearbeitung die Produktivität. Aufgrund der besonderen Anforderungen bei Eckert hat Schunk einen TRIBOS-RM $\varnothing 20 \text{ mm}$ als verkürzte Sonderaufnahme mit HSK-E 25 Schnittstelle gefertigt. So kann das Unternehmen den Maschinenraum des Graphit-Bearbeitungszentrums ohne Gefahr einer Kollision noch besser nutzen. Mit den Schnittstellen HSK-E 25, 32, 40, ISO 10 und HSK-A 40 sind die standardisierten Highspeed-Aufnahmen perfekt auf kleine, hochdynamische Be-

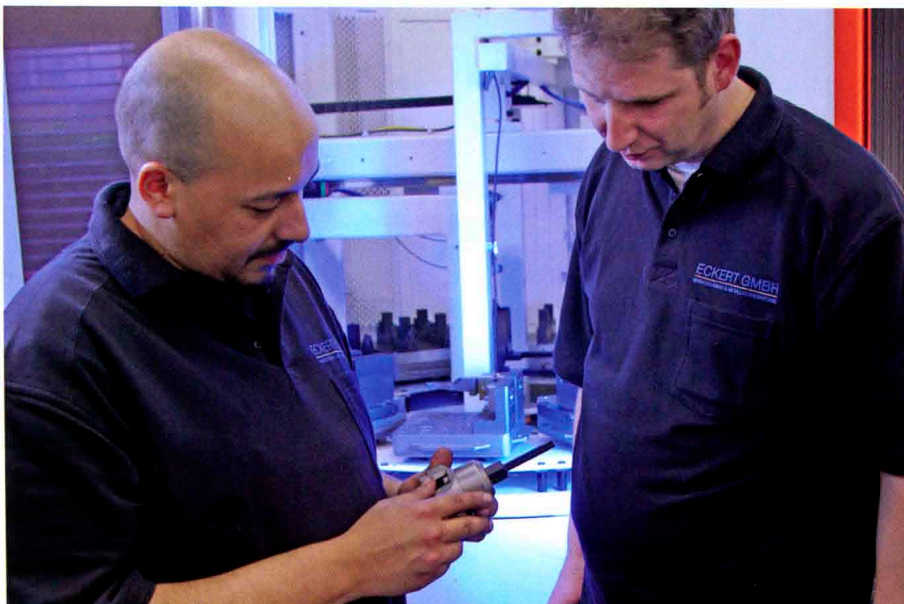


Bild 10:

Die beiden CNC-Programmierer Mustapha Benkada (links) und Ulf Riensche (rechts) spüren immer wieder Optimierungspotenziale bei der Graphitbearbeitung auf



Bild 11:
TRIBOS-Mini
Ein Spezialist für die Mikrobearbeitung ist
TRIBOS-Mini
(Werkbilder: SCHUNK GmbH & Co. KG,
Lauffen/Neckar)

arbeitungszentren abgestimmt. Sie spannen selbst kleinste Schaftdurchmesser ab 1 mm.

Schlanke TRIBOS-Aufnahme macht anspruchsvolle Geometrien möglich

Verglichen mit Kupfer lässt sich Graphit wesentlich schneller und feiner bearbeiten. Ein Trend geht daher zu immer komplizierteren Konturen, teilweise mit sehr tiefen Kavitäten und vielen Störkanten. Auch hier kann die Polygonspanntechnik punkten. Aufgrund der Spanntechnologie können die Aufnahmen sehr schlank ausgeführt werden. Besonders deutlich wird dies am TRIBOS-S, der von Eckert insbesondere bei Arbeiten in beengten Räumen eingesetzt wird. Die relativ geringe Masse dieser Präzisionsaufnahme erlaubt zudem sehr hohe Vorschübe, was gerade für eine wirtschaftliche Bearbeitung von zentraler Bedeutung ist. Sie können bei Graphit bei bis zu 10 m/min liegen.

Ein überaus talentierter Winzling mit ebenfalls sehr schlanker Störkontur ist TRIBOS-Mini. Er setzt Maßstäbe wenn es um besonders filigrane Arbeiten

geht. Der Werkzeughalter spannt alle Werkzeugschäfte mit h6-Toleranz ab einem Durchmesser von 0,3 mm. Vielfach kann damit auf den Einsatz hochpreisiger Sonderwerkzeuge verzichtet werden. Das verschafft dem Anwender erhebliche Kostenvorteile.

Ein Schlankmacher für andere Werkzeughalter

Besonders tiefe Stellen der Graphitelektroden lassen sich mit dem wohl außergewöhnlichsten Mitglied aus der Tribos-Familie perfekt bearbeiten. Die extrem schlanke und hochpräzise Verlängerung TRIBOS-SVL ist universell einsetzbar und kann mit den verschiedensten Spannfuttern kombiniert werden. Auch das spart in vielen Fällen den Einsatz teurer Sonderwerkzeuge. Die hochgenaue Verlängerung mit einer Rundlaufgenauigkeit < 0,003 mm wird einfach in einem Grundwerkzeughalter gespannt. Mittels Polygonspanntechnik sorgt die Verlängerung dann für den sicheren und präzisen Halt des Werkzeugs. Auf diese Weise lassen sich selbst engste Bauräume präzise und kostengünstig erschließen.

Schneller, günstiger und schonender Werkzeugwechsel

Um die Polygonspannfutter zu bestücken, genügt eine vergleichsweise kostengünstige Tribos-Spannvorrichtung. Mit ihr lassen sich sämtliche Tribos-Werkzeughalter spannen. Dazu wird der Werkzeughalter mit dem angegebenen Druck beaufschlagt. Anschließend kann das Werkzeug eingesetzt bzw. entnommen werden. Der komplette Vorgang ist innerhalb von 20 Sekunden erledigt. Er spart Zeit und verbraucht je nach Spanngerät keinen oder nur wenig Strom. Während beim Warmschrumpfen Kühlschmierstoffe verdampfen und deshalb teilweise zusätzlich zum hochpreisigen, energieintensiven Warmschrumpfergerät auch noch eine Abluftanlage installiert werden muss, werden bei Tribos weder der Geldbeutel noch die Gesundheit des Bedieners belastet.

Das Beispiel der Eckert GmbH zeigt, dass sich Qualitätsanspruch und Kostenbewusstsein durchaus ergänzen können. Die hochpräzise Polygonspanntechnik von Schunk bietet gerade auch für Spezialanwendungen, wie die Graphitbearbeitung, ein breites Standardprogramm für jede nur denkbare Aufgabe. Zur dauerhaft hervorragenden Präzision des Spannsystems gesellen sich zahlreiche weitere Pluspunkte, wie etwa das High-speed-Potenzial, der minimale Wartungsaufwand, die schlanke Störkontur der Standardhalter und der Verlängerung sowie die vergleichsweise niedrigen Kosten für die Peripherie. Hinzu kommt, dass der Spanntechnikspezialist Schunk auch auf spezielle Anforderungen sehr individuell eingehen kann. Die Investitionen in das präzise und prozesssichere Spannsystem zahlen sich auf diese Weise sehr schnell wieder aus.