



Werkzeugbearbeitung mit wasserstrahlgeführtem Laser

Kalt erwischt in voller Härte: Das hybride **LASER-MICROJET-VERFAHREN** liefert bei der Bearbeitung von Werkzeugschneidkanten aus Materialien wie PKD, CVD, MCD und Naturdiamanten eine Fertigungs- und Qualitätsleistung, die mit konventionellen Techniken wie der Funkenerosion oder der Laserbearbeitung mehr als konkurrieren kann.

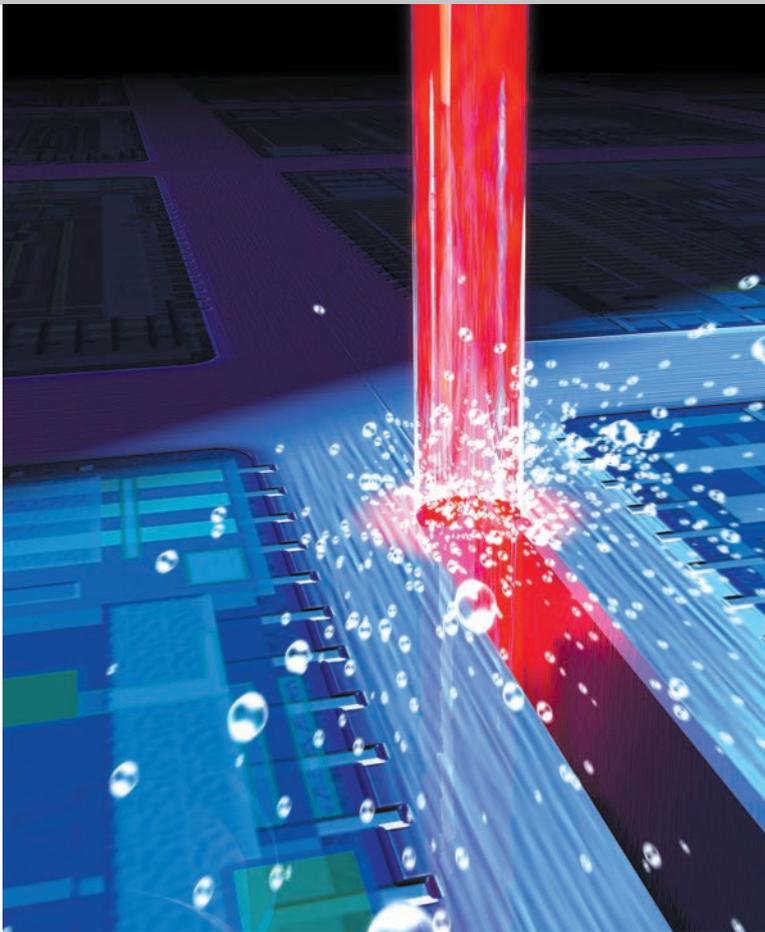


Bild 1. Laser-Micro-Jet von Synova: Das Verfahren arbeitet mit einem wasserstrahlgeführten Laser (MicroJet-Laser), der in der Lage ist, Schnittkanten in dreidimensionalen Formen kalt zu schneiden

NITIN SHANKAR

Beim Laser-MicroJet-Verfahren des schweizerischen Unternehmens Synova wird der Laserstrahl gebündelt und in einen haardünnen Wasserstrahl mit geringem Druck geführt, um präzise Verarbeitungsschritte wie Schneiden, Kantenschleifen, Bohren oder Ritzen auszuführen (Bild 1). Der mit niedrigem Druck aus der Düse tretende Wasserstrahl führt den Laserstrahl durch totale Innenreflexion am Wasser/Luft-Übergang – ähnlich wie konventionelle Glasfasern. Daher handelt es sich um einen sogenannten kalten und sauberen Laser,

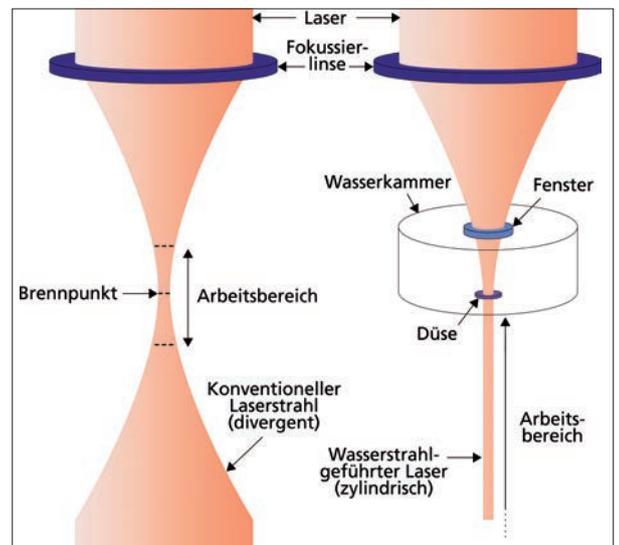


Bild 2. Das Prinzip des Laser-MicroJet (rechts) im Vergleich zu einem konventionellen Laser (links)

bei dem alle bekannten Probleme wie etwa thermische Schäden, Verzug, Ablagerungen und mangelnde Präzision vermieden werden (Bild 2).

Funktionsweise und Vorteile des Laser-MicroJet

Im Bearbeitungskopf befinden sich neben dem optischen Aufbau zur Strahlformung auch eine Kamera zur Justierung der Düsenöffnung zum Laserstrahl und eine Lichtquelle. Daneben gibt es eine Kamera

> KONTAKT

HERSTELLER
Synova SA
 CH-1024 Ecublens
 Tel. +41 21 694 3500
 Fax +41 21 694 3501
www.synova.ch
 AMB: Halle 6, Stand 6E10
 Micronora: Halle C, Stand C404-406



Bild 3. Das Laser-MicroJet-Schneiden eignet sich besonders gut für die Werkzeugbearbeitung

zur Positionierung der Werkstücke. Die Laserstrahlung wird zunächst im Bearbeitungskopf kollimiert und anschließend auf die Düsenöffnung durch ein Quarzfenster fokussiert. Das Fenster trennt den optischen Aufbau im Bearbeitungskopf von der Düsenkammer und dem darin befindlichen Wasser. Senkrecht zum Laserstrahl wird in diesem Bereich rotationssymmetrisch Wasser über mehrere Kanäle in die Düse eingeleitet, das unterhalb der Düse in Form eines haarfeinen Wasserstrahls austritt. Im Bereich der Düse wird so die Laserstrahlung in den Wasserstrahl eingekoppelt und mittels Totalreflexion im Wasserstrahl geführt. Die typischen Strahldurchmesser liegen zwischen 30 und 80 μm , die nutzbare Arbeitslänge liegt üblicherweise bei circa $1000 \times D$, also bei 30 bis 80 mm. Damit weist der Laser-MicroJet einen wichtigen Vorteil auf: Er verfügt über einen parallelen Laserstrahl, der die Präzisionsbearbeitung immens vereinfacht. Die Abtragsrate bleibt nahezu konstant über der Tiefe – die Materialdicke spielt nur eine untergeordnete Rolle.

Der Laser pulsiert im Nanosekundenbereich, und ein optisches Kabel dient der Laserstrahlübermittlung an den Bearbeitungskopf, der mit diversen Linsen ausgestattet ist. Der Wasserstrahl emittiert rotes Licht, angeregt durch den grünen Laser, und trifft auf die Oberfläche des Werkstücks, das sich horizontal auf einem Koordinaten-Tisch bewegt. In der Regel dauert es nur einige Minuten, um einen Werkzeug-einsatz zu schneiden (**Bild 3**). Hier verbirgt sich ein

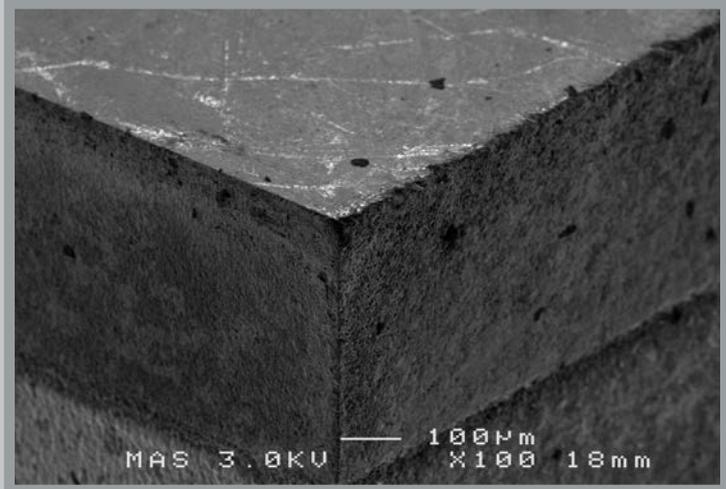


Bild 4. Muster-schnitt: links mit dem Laser-MicroJet, rechts mittels Funkenerosion

zweiter entscheidender Vorteil: Der Laser-MicroJet ist nicht auf teure Ultra-Kurzpuls-Laserquellen angewiesen, sondern kann robuste, bewährte, stärkere und günstigere Industrielaser verwenden, die dem LMJ-Verfahren zudem zu einem deutlichen Geschwindigkeitsvorteil verhelfen. Dabei ist die Schnittkantenqualität dank der effizienten Kühlung durch den Wasserstrahl mindestens genauso gut.

Nur für ganz Harte: erstklassige Schnittflächen ohne Ausbrüche

Das LMJ-Schneidsystem bietet der Werkzeugindustrie auch Vorteile gegenüber der Funkenerosion, denn es liefert eine ausgezeichnete Schneidqualität, die konventionelle Techniken nicht erreichen können. Das Resultat ist eine Schneidkante mit einer geringen Rauheit der Schnittfläche ($R_a = 0,2 \mu\text{m}$) und keinerlei Ausbrüchen im Bereich der Kante. **Bild 4** zeigt den Schnitt eines PKD-(polykristalliner Diamant) Werkzeugeinsatzes nach der Bearbeitung mit dem LMJ-Verfahren im Vergleich mit der Funkenerosion. Das LMJ-Verfahren kann auch andere harte Materialien wie Siliziumkarbid und CVD (chemische Gasphasen-

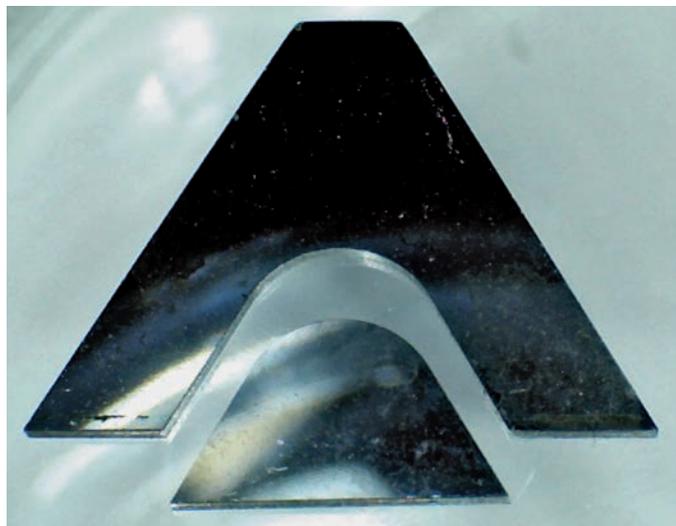
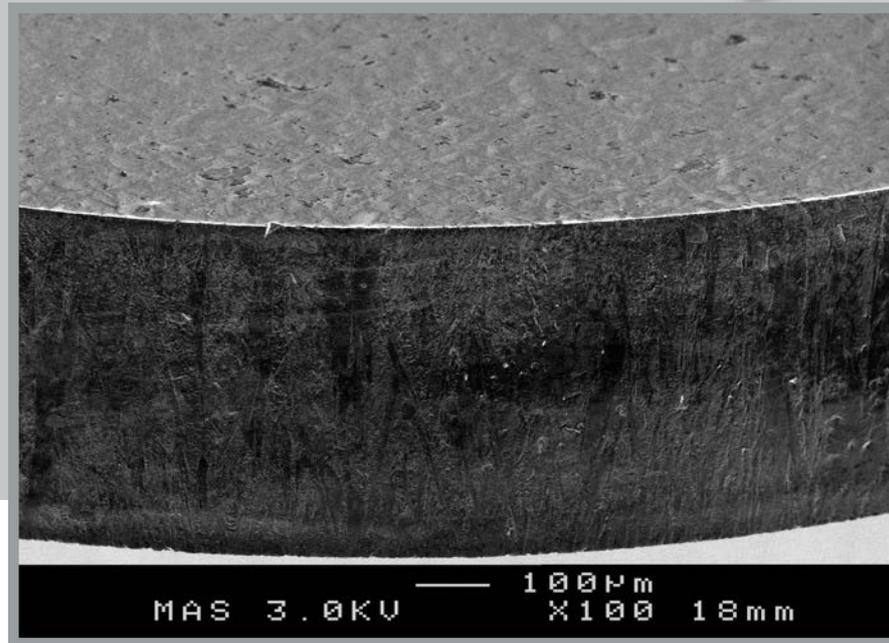


Bild 5. CVD-Einsatz mit runder Kante



**Bild 6 . CVD-Einsatz
bei 100-facher
Vergrößerung**



infiltration) bearbeiten, ohne sie der Hitze, einer Kontaminierung (Ablagerungen oder Grate) oder Deformation auszusetzen. Des Weiteren sind damit für den Kunden auch erhebliche ökonomische Vorteile verbunden, wie ein höherer Herstellungsertrag und geringere Kosten pro Einheit.

Im Gegensatz zum EDM können mit dem LMJ auch nicht leitende Materialien bearbeitet werden. Maschinen mit 5-Achs-Systemen ermöglichen zudem die Mikrobearbeitung von CBN (polykristallines

kubisches Bornitrid) und Keramikwerkstücken in dreidimensionalen Formen, wie zum Beispiel einem runden Einsatz, geschnitten aus einem 0,5 mm dicken CVD-Blech (**Bild 5**). **Bild 6** zeigt die Kantengüte in 100-facher Vergrößerung, bei der die saubere Struktur der Schnittfläche ersichtlich ist.

»Made in Switzerland«

Synova bietet schlüsselfertige Laser-Schneidsysteme für die Werkzeug- und Mikromechanikindustrie an (**Bild 7**). Die Maschinen verfügen über Arbeitsflächen von $150 \times 150 \text{ mm}^2$ bis $300 \times 300 \text{ mm}^2$. Sie sind in der Regel mit 3-Achs-CNC-Steuerungen ausgestattet, die es dem Laser-MicroJet ermöglichen, das Werkstück gemäß einem vorher festgelegten Schnittplan zu schneiden.

Neu hinzugekommen sind zwei 5-Achs-Maschinen für die Fertigbearbeitung von Diamant-Werkzeugen: eine für große Werkzeuge mit mehreren Einsätzen ($250 \times 200 \times 300 \text{ mm}^3$) und eine kleine, kompakte für Werkzeuge mit Diamanteinsatz ($150 \times 50 \times 100 \text{ mm}^3$). Die Maschinen verfügen über eine Bedienungssoftware, die auf der von einschlägigen Funkerosionsmaschinen basiert, sodass sich der Anwender nicht neu orientieren muss. Bei beiden Maschinen handelt es sich um eine gemeinsam mit Werkzeugmaschinenherstellern völlig neu entwickelte Maschinenplattform, von der die Anwender des Laser-MicroJet-Verfahrens auf höchstem Niveau profitieren können. Sie sind bereits an Schlüsselkunden verkauft und werden noch vor Jahresende ausgeliefert. ■ MI110329

**Bild 7. Die kompakte
und flexible »DCS
150« von Synova
wird vor allem in
der Mikrobearbei-
tung, zum Beispiel
bei der Produktion
von Schneidwerk-
zeugen aus ultra-
harten Materialien,
eingesetzt**



AUTOR

NITIN SHANKAR ist selbstständiger Unternehmensberater und freier Fachjournalist in Ecublens/Schweiz; nitin@vtx.ch