

Berger/Kiefer (Hrsg.)

# DICHTUNGS TECHNIK

**JAHRBUCH 2015**

ISGATEC 

# Mikrowasserstrahlschneiden eröffnet der Dichtungstechnik neue Perspektiven

**Das Mikrowasserstrahlschneiden verändert das Wasserstrahlschneiden deutlich. Nicht nur der Dichtungstechnik – mit ihren wachsenden Ansprüchen an Materialien und immer kleineren Dichtungen – bietet diese Technologie neue Möglichkeiten. Und die Entwicklung geht weiter.**

So unspektakulär eine Dichtung erscheint, so entscheidend war sie für die industrielle Revolution, denn: ohne Dampfdruckkessel hätten sich die Produktionsarten nie derart weiterentwickelt, die Revolution wäre ausgeblieben. Nicht nur Dichtungen, auch die Zulieferindustrie verändert sich. Wie wichtig die Verarbeitung durch die Zulieferer ist, belegen z.B. Druckbehälter, deren Ersatzteile (Schrauben und Dichtungen) sowie die verwendeten Materialien europäischen Richtlinien unterliegen. Dichtungen unterliegen zahlreichen Auflagen, kommen mit verschiedensten Stoffen in Kontakt, wodurch Werkstoffe zum Einsatz kommen, die hohen Anforderungen standhalten müssen. Für die Mikrowasserstrahlschneidetechnik >>1 ist dies weniger ein Problem, als eine Herausforderung. Grundsätzlich gibt es kein Material, das mit Wasserstrahl nicht hochpräzise geschnitten werden könnte. Es lassen sich z.B. Komposite, Kunststoffe, Kupfer, Graphitlaminat oder Klingerit bearbeiten.

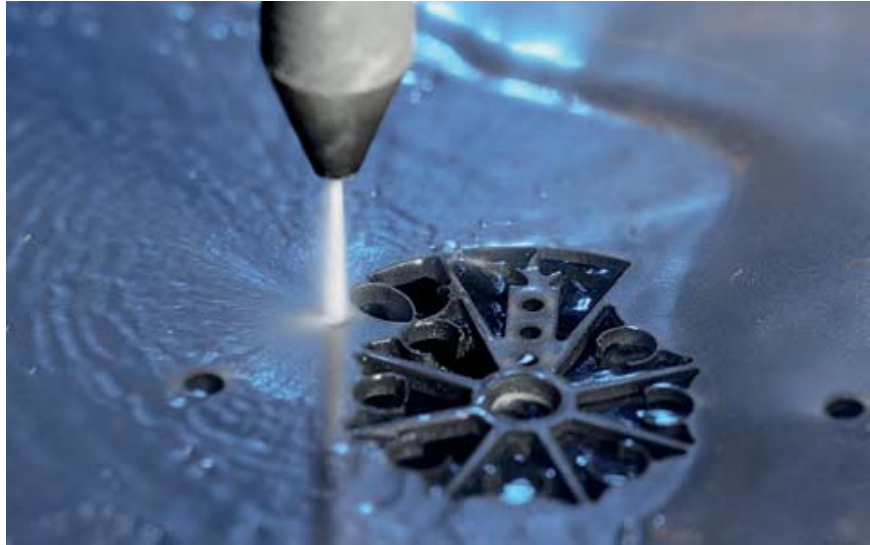
## Mikrowasserstrahlschneiden vs. Laser

Gerade die unter hohem Innovationsdruck stehende Automobilindustrie ist eine Vorreiterin in der Verwendung komplexer Materialien. Wassergekühlte Motoren verfügen heute über thermisch und mechanisch hoch belastete Zylinderkopfdichtungen mit einem Metallgitter, das in hitzebeständige Kunststoffmasse wie Ferrolastic-Weichstoffe oder Metall-Elastomere eingebettet ist, deren Bearbeitung sehr sensibel ist. Die Frage, ob dafür Laser nicht geeigneter wären, stellt sich so nicht. Es gibt einfach Fertigungen, wo man absolut keine thermische Einwirkung haben kann. Dazu zählen vor allem Composites und hochwertige Mate-

---

Von Matthias Straubhaar  
Microwaterjet AG, [www.microwaterjet.ch](http://www.microwaterjet.ch)

>>1: Die Mikrowasserstrahlschneidetechnik ist für viele Werkstoffe geeignet und damit auch für die Dichtungstechnik interessant



rialien, die man mit Vorteil mit Wasserstrahl, also einem kalten Trennverfahren, schneidet. Beim Wasserstrahlschneiden kann die Qualität des Schnittes (im Gegensatz zum Laser) stark beeinflusst werden. Beim Bohren von Löchern oder dem Schneiden von Ecken und komplexen Profilen ist der Wasserstrahl dem Laser zum Teil sogar überlegen. Tatsächlich ist der Laser limitiert auf einen Durchmesser-Dicke-Faktor von circa 2:1. Der Wasserstrahl kennt kein Limit und bohrt ein 0.6-Loch in 25 mm Werkstoff – oder noch dicker. Seine Schnitte führt es mit hoher kinetischer Energie aus und bearbeitet oder durchtrennt jedes beliebige Material >>2. Dank dem temperaturneutralen Verfahren entstehen auch beim Präzisionsschnitt im Material keine thermischen Spannungen. Die Gefügestruktur des Werkstoffs und die Materialfestigkeit bleiben erhalten.



>>2: Beispiele für mikrowasserstrahlgefertigte Bauteile: Befestigungsflansch aus Aluminium (links) und Klemmvorrichtung aus Chromstahl (rechts)

Wasserstrahlschneiden ist ein kaltes Trennverfahren, das mit hoher kinetischer Energie jedes beliebige Material bearbeitet oder durchtrennt. Dank dem temperaturneutralen Verfahren entstehen auch beim Präzisionsschnitt im Material keine thermischen Spannungen. Die Gefügestruktur des Werkstoffs und die Materialfestigkeit bleiben erhalten. Mit dem in den letzten zehn Jahren verfeinerten Verfahren werden heute im Abrasivverfahren auch spezielle Materialien wie Titan, Nitinol oder Niobium geschnitten. Beim Abrasivverfahren werden dem Wasser Prozesspartikel zugefügt, meist Granatsand, die durch den Wasserstrahl beschleunigt auch das Schneiden von harten oder komplexen Materialien ermöglichen. Heute werden mit dem seriell erprobten Verfahren nicht nur Dichtungen und Dichtungszubehör gefertigt, sondern es kommt auch im Prototyping zum Einsatz. Mit der zunehmenden Spezialisierung von Dichtungen werden auch die Anforderungen an ihre Fertigung immer spezieller. Darin ist aber per se kein Nachteil zu sehen. Auf der Basis von leistungsfähigen Forschungs- und Entwicklungsabteilungen, kann die Hinwendung zu Spezialitäten sogar von Vorteil sein. Vielfach werden heute mit Anwendern langfristige und tragfähige Lösungen für neue Dichtungen oder Ersatzteile erarbeitet.

### Nicht nur schneiden

Wie groß die Bandbreite des Wasserstrahlschneidens heute ist, zeigt sich beim Injektieren von Materialien. Die Injektierung mittels Wasserstrahl geschieht über ein WJIP (Water Jet Injection Pulse) Verfahren. Mit diesem zum Patent angemeldeten Verfahren können die Eigenschaften x-beliebiger Materialien verändert und angepasst werden. Die Injektierung birgt relevante Vorteile gegenüber anderen, zumal thermischen oder chemischen Verfahren. Chemische Verfahren, z.B. durch Beschichtung, können das Werkstück mit Rückständen verunreinigen. Sobald Beschichtungen von Materialien im Dichtungsbereich wichtig werden, hat das Wasserstrahlschneiden hier einen entscheidenden Beitrag zu leisten.

Dazu kommt, dass die Produktion heutzutage von sehr sauber bis zu steril angelegt werden kann: in immer zahlreicheren Bereichen müssen die Werkstoffe frei von Verunreinigungen sein, wozu bereits eine saubere Produktion wesentlich beitragen kann. Dies geschieht durch vollautomatisierte Verfahren, bei denen ein Roboterarm mit einer 3-Punkt-Greifvorrichtung das Rohmaterial fasst und nach der Bearbeitung auch wieder ablegt. Durch die Automation gestaltet sich die gesamte Wertschöpfungskette der Produktion noch effizienter (bekannt als «Lean Management»). Die Automation ist aber nicht nur ein wesentlicher

>>3: Modernes  
Mikrowasserstrahl-  
schneidesystem (Bilder:  
Microwaterjet AG)



Aspekt in der Produktion. Insbesondere der serielle Einsatz von Robotiksystemen sowie intelligente Steuerungssysteme erhöhen letztlich die gesamte Produktivität im Mikrobereich >>3.

### Immer kleiner schneiden

Erst kürzlich wurde ein feines Mikroteil aus 0,3 mm Titan mit einem SK11-200 System bearbeitet. Dies ist bemerkenswert, da das Wasserstrahlschneiden noch vor zehn Jahren ein relativ grobes und schmutziges Verfahren war. Damals war es unvorstellbar in dieser kleinen Dimension zu schneiden. Die Entwicklung des Mikrowasserstrahlschneidens eröffnet dem Wasserstrahlschneiden also neue Perspektiven. Entwickelt wurde das Verfahren in enger Zusammenarbeit mit Fachhochschulen und Universitäten. Für die hochpräzise industrielle Fertigung eignet sich ausschliesslich eine flüssige Glassäule mit glatter Oberfläche und einem Mantel aus Wassertropfen. Das Forschungsteam untersuchte nicht nur die Strömung im Kollimationsrohr und der Wasserdüse, sondern auch die Abrasivzufuhr in die Mischkammer und deren Beschleunigung im Fokussierrohr. Der Strahl verändert sich mit der Gestaltung der Geometrie der Wasserdüse, wodurch die Art der Beschleunigung stark beeinflusst werden kann.

Das neu entwickelte Verfahren wird mittlerweile seriell eingesetzt und zeichnet sich einerseits durch einen minimierten Schnittstrahl aus, andererseits durch eine maximierte Präzision. So gelingt es heute, mit dem weltweit feinsten, abrasiven Wasserstrahl von 0,17 mm und einer Rundheit von +/- 0,0015 mm zu produzieren. Damit dies möglich ist, muss der Wasserstrahl eine laminare Strömung aufweisen ohne sichtbare Verwirbelung und so konditioniert sein, dass er bei höheren Geschwindigkeiten auf dem Weg zum Ziel nicht aufplatzt. Durch die per-



manente Optimierung und Präzisierung der Schneidköpfe, der Schneidanlagen sowie der äußeren Faktoren, konnte die Präzision auf diese aktuellen Werte gesteigert werden. Der Präzision ist dabei derzeit noch kein Limit gesetzt. Im Labor wurde bereits kleiner als 0,17 mm und mit einer weiter erhöhten Positionierungsgenauigkeit von 0,0025 mm geschnitten.

### **Fazit und Ausblick**

Die Weiterentwicklung des bereits hochpräzisen Verfahrens ist erwiesenermaßen keine technische Spielerei von Tüftlern, sondern kann notwendige Fortschritte in der industriellen Entwicklung beschleunigen. Die produzierende Industrie steht heute an einem Scheideweg und muss sich im Materialbereich weiterentwickeln. Das hängt zum einen damit zusammen, dass gewisse Rohstoffe knapper und somit teurer werden. Zum anderen wird aber die Zukunft der Industrie eng mit neuen Rohstoffen, insbesondere Komposite, zusammenhängen. Den gestiegenen Ansprüchen – Belastbarkeit, Haltbarkeit – halten gewisse natürliche Rohstoffe nicht mehr stand. Auf die Zukunft des Mikrowasserstrahlschneidens bezogen heißt das, nicht nur kleiner und präziser, sondern auch innovative Materialien zu schneiden. Materialien also, die ebenfalls keine Gefügeveränderungen oder thermische Verformungen erlauben. Die Entwicklung geht in extreme Bereiche. So gibt es z.B. in der Medizintechnik temporäre Implantate wie Schrauben zur Knochenfixierung, die bis zum heutigen Tag operativ entfernt werden mussten. Zurzeit werden Materialien entwickelt, die sich im Körper auflösen. Dazu zählt eine biokompatible Magnesiumlegierung, die sich im Körper auflöst und postoperative Eingriffe überflüssig macht. Die Herausforderung lautet somit sinngemäß: mit Wasser wasserlösliche Materialien hochpräzise und mit einer bisher nicht gekannten Feinheit zu schneiden und zu bearbeiten.

## Jeder Kontakt ein Treffer – Werden Sie Teil des Netzwerkes



### Online finden Sie im Bereich Netzwerk Wertvolles für Ihre Entwicklung

#### Lösungspartner finden

das fachspezifische Anbieterverzeichnis für Konstrukteure, Einkäufer und Qualitätsverantwortliche

#### Karrierenetzwerk

Stellenangebote und Stellengesuche für Fach- und Führungskräfte aus und für die Branche

#### Wissenswertes

Datenbanken, Lastenhefte, Aktuelles/Entwicklungen, Preisindex, Marktstudien, Fakten, Veranstaltungen, Institute, Verbände, Forschungseinrichtungen, Fachliteratur u.v.m.

Rufen Sie uns an! Telefon: +49 (0) 621-717 68 88-0

DICHTEN KLEBEN ELASTOMER

[WWW.ISGATEC.COM](http://WWW.ISGATEC.COM)