



Estoppey-Reber AG  
Akrom AG  
Galvmetal AG  
Steiger Galvanotechnique SA

Innovation und Qualität  
in der Oberflächenbeschichtung  
Innovation et qualité  
dans le traitement de surface



Estoppey-Reber Gruppe



[info@estoppey.ch](mailto:info@estoppey.ch)



[www.estoppey.ch](http://www.estoppey.ch)

**SONDERTHEMA**  
**ZERSpanungSTECHNIK:**

Deutlich bessere  
Oberflächengüten dank  
Schwingungsdämpfung

**12**

**INDUSTRIEMAGAZIN:**  
**ZUM THEMA**

Technische Sauberkeit  
von Präzisions-Bauteilen

**28**

**DOSSIER:**  
**ANTREIBEN, BEWEGEN,**  
**AUTOMATION**

Analysieren, darstellen,  
vorausschauen

**58**

# Zehnmal so genau wie bisher

Das Wasserstrahlschneiden hat den entscheidenden Vorteil, dass es im Unterschied zum Laser, Gas- oder Plasmabrenner «kalt» arbeitet. Deshalb eignet es sich ganz besonders für empfindliche Werkstoffe von Edelstahl über Titan und Keramik bis zu Kunststoffen oder Verbunden. Als Alternative zu den marktüblichen Systemen für industrielle Einsatzfelder mit weniger strengen Toleranzforderungen wurde eine Mikro-Wasserstrahlschneid-technologie entwickelt, die höhere Genauigkeitsanforderungen zum Beispiel aus der Uhrenherstellung, der Medizintechnik oder der Mikromechanik erfüllen kann.



Bild: Klaus Vöhrath

Die Grundeinheiten der Microwaterjet-Systeme werden von einem renommierten Schweizer Unternehmen des Präzisionsmaschinenbaus im Auftrag hergestellt.

**S**tartschuss zur Entwicklung seiner gänzlich neuen Generation von Hochpräzisionsanlagen für das Wasserstrahlschneiden war eine 2001 einsetzende Krise, erinnert sich Walter Maurer, Inhaber der Waterjet AG in CH-4912 Aarwangen. Bis dahin war

das mittelständische Unternehmen ganz normaler Wasserstrahlschneid-Dienstleister für eine Vielzahl von Auftraggebern: Industrie- und Handwerksbetriebe, Forschungseinrichtungen oder auch Künstler und Architekten. Als die 2001 einsetzende mehrjährige Krise die Umsätze um bis zu 30 Prozent einbrechen liess, musste eine neue Zukunftsstrategie her. Statt sich einzugeln, Kosten zu kappen oder gar eine Verkleinerung der Firma ins Auge zu fassen, beschloss Waterjet stattdessen, den Stier bei den Hörnern zu packen und sämtliche Reserven in ein Entwicklungsprojekt zu stecken. Damit sollte eine eigene Linie neuartiger Wasserstrahlschneidanlagen entwickelt werden, die um den Faktor 10 genauer sein sollten als die bisher am Markt angebotene Technologie. Zu lange hatte sich Walter Maurer darüber geärgert, dass ge-

rade die besonders lukrativen Anfragen nicht ausgeführt werden konnten, weil die geforderten Genauigkeiten mit den vorhandenen Anlagen nicht erreichbar waren. Mit den neuen Anlagen sollten künftig anspruchsvolle und lukrative Märkte wie die Uhrenindustrie oder die Medizintechnik bedient werden.

## Kleiner, leichter und präziser – die Forderungen der Zukunft

«In der Industrie gibt es einen langfristigen Trend zu Lösungen, die kleiner und leichter sind und weniger Material und Ressourcen benötigen als bisher», erläutert Walter Maurer. Naturgemäss steigen dadurch auch die Präzisionsanforderungen bei der Bearbeitung. Das gilt für so gut wie alle Bearbeitungsverfahren und damit auch für das Wasserstrahlschneiden, das bevorzugt bei empfindlichen Werkstoffen wie Edelstählen, Titan, Keramiken, Kunststoffen, Glas, Stein oder Holz zum Einsatz kommt. Die bisherigen Anlagen, die zumeist mit Düsendurchmessern von 0,8 mm arbeiten, wurden vor allem mit Blick auf möglichst hohe Schneidleistung entwickelt. Die damit hergestellten Teile erreichen daher in der Regel lediglich

Masstoleranzen in der Grössenordnung von  $\pm 0,1$  mm. Waterjet begann in dieser Stunde Null mit einer CNC-gesteuerten Achsmechanik, deren Wegmesssystem eine Auflösung von  $\pm 6$   $\mu$ m hatte, und experimentierte darauf mit feineren Düsendurchmessern von 0,5 bis 0,17 mm.

## Eine sehr komplexe Prozesskette

«Wir kamen dann recht schnell dahinter, dass es bei Weitem nicht ausreichte, einfach nur die Abmessungen des Strahls nach unten und Weggenauigkeiten der Maschine nach oben zu trimmen», verrät Walter Maurer. Das Wasserstrahlschneiden ist ein komplexer Prozess, in dem Fluidodynamik, Mechanik, Mineralogie und pneumatische sowie mechanische Fördertechnik auf sehr vielfältige Weise zusammenwirken. Entscheidend ist hierbei das Strömungsverhalten des Strahls nach dem Passieren der Austrittsdüse, wenn er in der Mischkammer und danach im Fokussierrohr die zugeführten Schneidstoffpartikel aufnimmt und in Richtung Werkstück beschleunigt. Eine wichtige Rolle spielen die Grösse der Mineralpartikel sowie ihre Form.

Dabei gilt, dass sie umso wirksamer schneiden, je eckiger und scharfkantiger sie sind. Weiteres Kriterium ist ihre Verteilung im Strahl: Hohe Schneidleistung wird am besten erreicht, wenn die Partikel in der Mitte des Wasserstrahls beschleunigt werden. Werden sie dagegen eher am Umfang des Strahls mitgerissen, dann bilden sie den Durchmesser des Fokussierrohrs auf dem Werk-

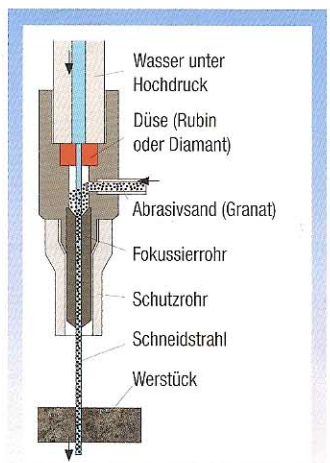


Bild: Wikimedia Commons, Zureks

Schema eines Wasserstrahlschneidkopfs.



Bild: Klaus Vöhrath

Als Abrasivstoff kommt beim Wasserstrahlschneiden bevorzugt Granatsand in unterschiedlichen Korngrössen zum Einsatz.

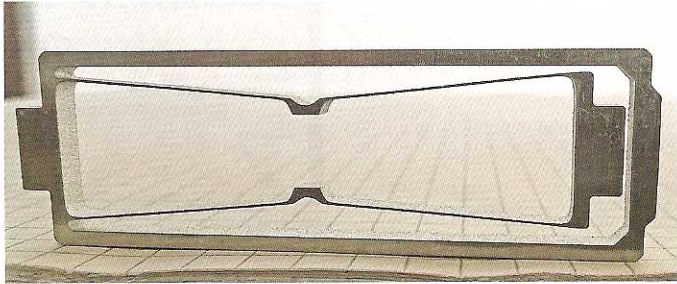


Bild: Klaus Vollrath

Die filigranen Stege dieses aus einem 2,5 mm dicken Alublech geschnittenen Bauteils sind nur 200 µm dick.

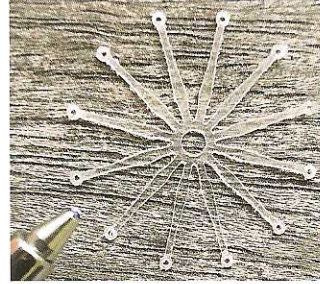


Bild: Klaus Vollrath

Mit dem Wasserstrahl geschnittenes Bauteil aus einer 0,2 mm dicken Kunststoffolie.

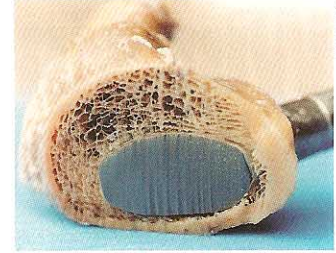


Bild: Waterjet

Zur Untersuchung der Integration von Implantat und Knochen mit dem Wasserstrahl ausgeführter Trennschnitt.

stück besser ab. Das verringert zwar geringfügig die Schneidleistung, erhöht aber im Gegenzug die Kantenschärfe, wobei auch die Rauigkeit der Trennfläche verringert wird.

### Aktueller Stand der Technik

«In die Erforschung dieser Zusammenhänge haben wir zusammen mit universitären Partnern sehr viel Zeit, Geld und Mühen investiert», sagt Walter Maurer. Die aktuell vierte Generation (F4) der selbst entwickelten Wasserstrahlschneidmaschinen basiert auf einem Maschinengestell, dessen Achsen eine Positionsgenauigkeit von  $\pm 0,5 \mu\text{m}$  erreichen. Der ebenfalls mehrfach überarbeitete Strahlkopf kann je nach Randbedingungen bei einem  $\varnothing$  von 0,2 mm eine radiale Genauigkeit des Strahldurchmessers von bis zu  $\pm 1,5 \mu\text{m}$  erreichen, sodass die nominelle Endgenauigkeit bis zu  $\pm 2 \mu\text{m}$  betragen kann. Je nach Material und Schnittbreite sind Schnittflächenrauheiten bis herab zu  $\text{Ra } 0,5 \mu\text{m}$  erreichbar. Damit konnte das selbstgesteckte Ziel, die Genauigkeit der herkömmlichen Anlagentechnologie

um den Faktor 10 zu übertreffen, erreicht werden. Eine wesentliche Rolle spielt auch die Steuerung, die selbst entwickelte Funktionalitäten wie eine Korrektur von Rundheitsabweichungen des Strahls sowie eine Kontrollmöglichkeit für den Strahlmitteldurchsatz beinhaltet.

### Know-how entscheidend

«Mit unseren Maschinen ist das Mikro-Wasserstrahlschneiden mit Genauigkeiten bis  $10 \mu\text{m}$  bei Schlitzbreiten bis herab zu 0,2 mm sicher beherrschbar», weiss Walter Maurer. Aufgrund der zahlreichen Parameter und Randbedingungen erfordere das Einfahren neuer Prozesse jedoch Personal mit Erfahrung, Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit. Deshalb legt Walter Maurer den grössten Wert auf die Bereitstellung umfassender Unterstützungsleistungen für seine Kunden, ganz unabhängig davon, ob es lediglich um Schneid-Dienstleistungen oder um den Kauf von Maschinen geht. Die Bandbreite bei der Ausführung von Schneid-aufträgen reicht vom Forschungsprototyp über die Kleinserie bis zur Grossserie. Falls der Kunde



Bild: Waterjet

Mit dem Wasserstrahl nach dem Einpressen der Rubine geschnittene Uhrenplatine.

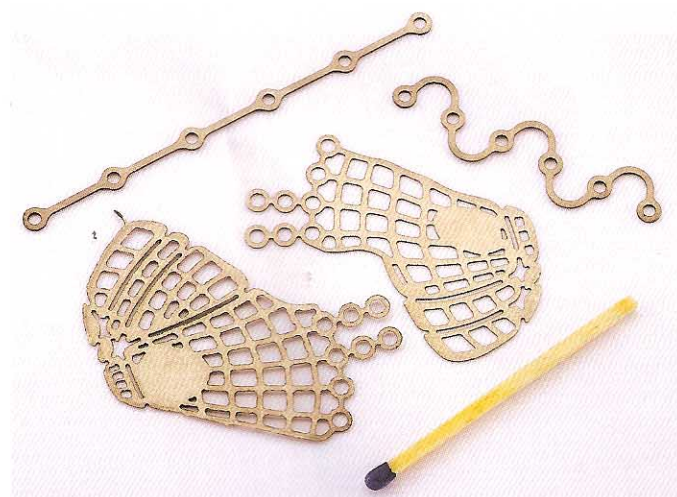
eine eigene Produktion aufbauen möchte, wird die erforderliche Anlage entweder als Einzelmaschine oder auf Wunsch auch mit erforderlicher Automation geliefert. Je nach Vereinbarung wird dabei auch das komplette Einfahren des Produktionsprozesses bis zur Serientauglichkeit abgedeckt. Entscheidend ist hierbei, dass man dem Kunden in jeder Situation mit dem gesamten im Hause angesammelten Know-how zur Seite steht. Dabei kümmert man sich um alle Aufgabenstellungen von der Beratung bei neuen Produktentwicklungen bis zur Bereitstellung von Reservekapazität bei Pannen oder Engpässen. Die kontinuierlich im eigenen Hause betriebene Forschung gewährleistet hierbei, dass dieser Service stets auf dem neuesten Stand der Technik ist.

Bild: Waterjet

### Wie weit wird die Miniaturisierung noch gehen?

«Von Kunden werden wir öfters gefragt, ob beziehungsweise wann es denn mit der Miniaturisierung des Wasserstrahlschneidens noch einen weiteren Schritt geben werde», setzt Walter Maurer hinzu. Selbstverständlich forsche man in dieser Richtung weiter und habe bereits entsprechende Komponenten entwickelt. Die Hürden seien allerdings hoch, da hierfür erheblich feineres Abra-

sivmaterial erforderlich sei. Größtes Handicap sei die dadurch deutlich geringere Abtragsrate, da die kleineren Abrasivpartikel entsprechend weniger kinetische Energie übertragen können. Ein wenig erinnere ihn dies an die Situation bei der Miniaturisierung der Laserbearbeitung. Mit sogenannten Femtosekundenlasern lassen sich wesentlich feinere Bearbeitungen durchführen als mit den heute in der Industrie üblichen Systemen, doch seien auch hier die Abtragsraten so gering, dass der Markt für entsprechende Anwendungen ausserordentlich begrenzt sei. Ob und wann es einen Marktdurchbruch für eine Ultramikro-Wasserstrahlschneidtechnologie geben werde, lasse sich derzeit noch nicht abschätzen.



Aus Titanblech geschnittene Implantate für die Rekonstruktion schwerer Knochenverletzungen unter anderem im Augenbrauenbereich.

### INFOS | KONTAKT

**Waterjet AG**  
Mittelstrasse 8  
CH-4912 Aarwangen  
T +41 (0)62 919 42 82  
www.waterjet.ch  
info@waterjet.ch

