

Wasserstrahlschneiden

Eine Technologie im Aufwind



Wasserstrahlschneiden- Eine Technologie im Aufwind

Vorwort:

Die vorliegende Broschüre soll einen raschen Überblick über die Wasserstrahlschneidetechnik darstellen. Neben der geschilderten Technologie, mit Wasserstrahlen präzise Schnitte in Materialien aller Art auszuführen gibt es noch weitere Spezialanwendungen z.B. in der Medizin oder bei Abbrucharbeiten, die wir in diesem Zusammenhang nicht darstellen können, da sie den Rahmen dieser Broschüre sprengen würden.

Für weitergehende Informationen steht Ihnen KMT Waterjet Systems jedoch gerne zur Verfügung. Beachten Sie auch unsere Homepage: www.kmt-waterjet.com auf der Ihnen viele Informationen auch zum Download bereitstehen.

Zunächst möchten wir Ihnen gerne unser Unternehmen vorstellen, damit Sie sich einen Eindruck von der Leistungsfähigkeit der KMT Waterjet Systems verschaffen können:

Im Herbst 2003 erwarb die KMT AB den Bereich Wasserstrahlschneiden von Ingersoll-Rand. Der KMT Konzern ist ein weltweit tätiges schwedisches Unternehmen mit über 700 Angestellten. Für die Marke KMT Waterjet sind über 200 Mitarbeiter tätig. Weitere Marken der KMT Gruppe sind UVA, LIDKÖPING, KMT Robotic Solutions, KMT H2O, KMT Aqua-Dyne und KMT McCartney. Die Kernkompetenz dieser Marken liegt in der Be- und Weiterverarbeitung von Metallen für industrielle Anwendungen.

In den Produktionshallen von KMT Waterjet in Baxter Springs, USA werden seit über 50 Jahren Hochdruckkomponenten und Pumpen gefertigt. Zum größten Teil werden diese Hochdruckaggregate in der Wasserstrahl-Schneidetechnik eingesetzt. Aber auch die chemische Industrie verwendet seit über 50 Jahren Hochdruckpumpen aus unserer Produktion.

Über 150 Spezialisten von KMT Waterjet Systems arbeiten im Bereich Hochdruckpumpen für Wasserstrahlschneiden. Sie

entwickeln, produzieren, vertreiben und verbessern diese High-Tech Aggregate seit über 50 Jahren.

KMT Waterjet Systems hat weltweit bereits über 6500 Pumpen für das Wasserstrahlschneiden installiert.

Der europäische Markt, Afrika, das westliche Asien und China werden durch das Büro in Bad Nauheim betreut. Von hier aus arbeiten 50 Mitarbeiter für unsere Kunden weltweit.

Speziell ausgebildete Techniker stehen ständig zur Verfügung und können kurzfristig beim Kunden vor Ort sein.

Verschleiß- und Ersatzteile können wir in weniger als 24 Stunden verschicken.

In unserer Lohnschneideabteilung können wir Kundenaufträge abwickeln und Versuche zur Verfahrensoptimierung durchführen.

Diese Leistungsfähigkeit garantiert unseren Kunden einen sicheren und rentablen Betrieb ihrer Anlagen.

KMT Waterjet Systems steht Ihnen für alle Fragen zum Wasserstrahlschneiden gerne zur Verfügung!

Wasserstrahlschneiden- Eine Technologie im Aufwind

1. Einleitung

Schon seit ewigen Zeiten werden in der Natur harte Materialien durch Wasser in ihrer Form verändert.

Die dadurch entstandenen Strukturen sind sowohl nützlich als auch schön.

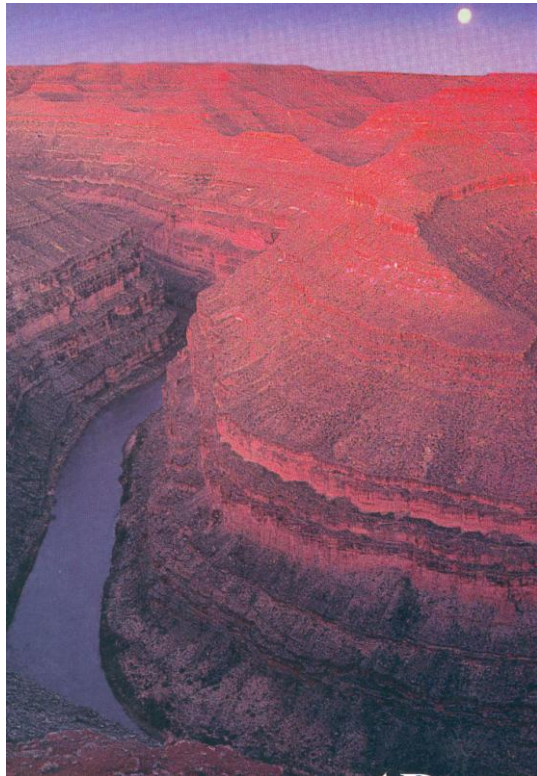


Abb. 1 Der Grand Canyon wurde durch Wasser aus dem Gestein geschnitten.

Bei der Erosion von Gesteinen durch Wasserfluss, Brandungswellen oder Wind spielen neben dem Fluid, Wasser oder Luft, auch mitgeführte Partikel wie z.B. Sand oder Kieselsteine eine entscheidende Rolle.

Fast die gesamte Erdoberfläche ist durch solche Prozesse beeinflusst.

2. Geschichtliche Entwicklung

Während sich der Volksmund noch damit zufrieden gibt, dass ein steter Tropfen den Stein höhlt, setzt man seit dem 19. Jahrhundert leistungsfähigere Wasserströme ein. Bereits um 1870 befreiten kalifornische Goldmineure Erzadern mit Wasser

aus dem umliegenden Gestein und Erdreich. Seit den 20er Jahren des vergangenen Jahrhunderts werden Wasserstrahlen zum Abbau von Kiesen und Sanden im Tagebau eingesetzt. Diese Wasserstrahlen hatten bei Drücken von einigen hundert bar sehr große Durchflussraten und eigneten sich daher besonders für die großen Materialmengen, wie sie im Bergbau bearbeitet werden müssen. Ein präzises Schneiden im heutigen Sinne war damit nicht möglich.

In den 50er Jahren entwickelte das amerikanische Unternehmen McCartney Hochdruckpumpen mit bis zu 2.500 bar, für die Einspritzung von Katalysatoren in Chemiereaktoren. 1963 wurde McCartney ein Teil des Ingersoll-Rand Konzerns. Im Herbst 2003 ging McCartney an KMT Waterjet.

1968 hatte Dr. Norman Franz, Professor an der Universität von British Columbia ein Konzept für eine Wasserstrahlschneideanlage mit 700 bar patentieren lassen.

Schon 1971 wurde dann das erste kommerzielle System in Betrieb genommen. Ein von der Ingersoll-Rand Tochter McCartney Manufacturing Company in Baxter Springs entwickeltes System diente zum Schneiden von Papierrohren und wurde auf Anhieb ein Erfolg.

In dieser Zeit wurde mit reinem Wasserstrahl geschnitten. Die bearbeiteten Materialien waren z.B. Papierwindeln und Wabenmaterialien für den Luft- und Raumfahrtbereich, die sich mit herkömmlichen Methoden nicht bearbeiten ließen.

Wasserstrahlschneiden- Eine Technologie im Aufwind



Abb. 2 Ohne Wasserstrahl hätte es die Einwegwindel wesentlich schwerer gehabt ...

Seit Anfang der 70er Jahre verfügte Ingersoll-Rand über Hochdruckpumpen, die kontinuierliche Drücke bis zu 3.800 bar liefern konnten. Und eine weitere Ingersoll-Rand Tochter, die schwedische Bestmatik, entwickelte in Europa einen Schneid Tisch zum Schneiden von Puzzles aus Sperrholz.

Der reine Wasserstrahl ist hervorragend geeignet, weiche-, zähe- oder empfindliche Materialien sehr präzise zu bearbeiten. Leider ist er nicht in der Lage, harte Materialien wie Keramik, Stahl, Glas oder Stein zu schneiden.

Um diesem Nachteil abzuweichen, wurde schon früh versucht, dem reinen Wasserstrahl ein hartes Schleifmittel beizufügen. Anfang der 80er Jahre trat die Abrasivtechnik aus dem Laborstadium heraus und Ingersoll-Rand übernahm 1984 diese Technik mit der Hydroabrasive Division in sein Produktspektrum.

Die Entwicklung leistungsfähiger Roboter-Arme eröffnete einen weiteren großen Anwendungsbereich: „Cutting Boxen“ für die Bearbeitung dreidimensionaler Teile im Automobilbereich wie z.B. Dachhimmel, Armaturenbretter und Türverkleidungen.

KMT Waterjet Systems selbst stellt als Unternehmen heutzutage keine kompletten Schneidlösungen mehr her. Es hat sich

stattdessen darauf spezialisiert, die typischen Hochdruckkomponenten zu verbessern und als leistungsfähiger Zulieferer seine Kooperationspartner bei der Entwicklung neuer Technologien für den Maschinenbau, die Lebensmittelindustrie, die Stein- und Glasverarbeitung sowie für viele andere Bereiche zu unterstützen.

3. Das Funktionsprinzip

Bei jedem Trennvorgang wird Energie in das Material eingebracht, um die chemischen Bindungen im Material zu lösen. Thermische Verfahren setzen beispielsweise die Energie chemischer Reaktionen, Elektrizität oder Licht in hohe Temperaturen um und schmelzen das Material an der Schnittlinie auf. Mechanische Verfahren setzen Bewegungsenergie entweder in spanende Prozesse um oder verformen duktile Materialien durch Druck.

Die Wasserstrahltechnologie gehört zu den spanenden Verfahren. Die Energie wird durch einen sehr schnellen Wasserstrahl als kinetische Energie zur Verfügung gestellt und entweder durch das Wasser oder durch das Abrasivgemisch auf das Werkstück übertragen und in eine Mikrozerrspannung umgesetzt. Erfreulicherweise übernimmt das Schneidwasser dabei gleichzeitig die Kühlung der Schnittkante, so dass eine sehr schonende Bearbeitung erfolgen kann.

Um einen Wasserstrahl mit geeigneten Geschwindigkeiten zu erzeugen, bedarf es jedoch einiger Hilfsmittel:

Das Kernstück einer jeden Wasserstrahlschneideanlage ist zweifellos eine geeignete Hochdruckpumpe.

Wasserstrahlschneiden- Eine Technologie im Aufwind



Abb. 3 Streamline PRO-I Hochdruckpumpe von KMT Waterjet Systems

Direktgetriebene Kolbenpumpen liefern große Wassermengen, sind jedoch in ihrem Druckbereich beschränkt. Sie werden dort eingesetzt, wo es auf große Schneidleistungen mit geringer Genauigkeit ankommt: Baugewerbe, Abtragung von Lacken, Reinigungszwecke und ähnliche Anwendungen.

Für Schneidzwecke werden sogenannte Intensifier-Pumpen eingesetzt, die den Vordruck eines Kolbenpumpensystems mit einem Druckübersetzer verstärken.

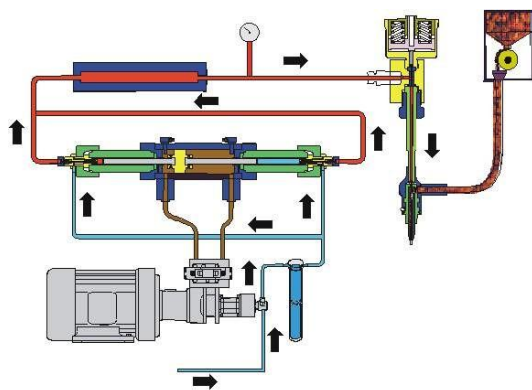


Abb. 4 Das Intensifierprinzip: Ein Elektromotor treibt eine Hydraulikpumpe an (unten). Diese gibt ihren Druck an einen Übersetzer ab (mitte). Der Druck wird dort verzwanzigfacht und gelangt in das Schneidsystem (oben)

Diese Pumpen haben Leistungen zwischen 10 und 149 KW (15-200 HP) und erzeugen bei Auslegungsdrücken von bis

zu 6.200 bar zwischen 1,5 und 15,2 l/min Hochdruckwasser.

Dieses Wasser wird über eine spezielle Hochdruckleitung, die zum Teil flexibel ausgeführt werden kann an einen Schneidkopf geführt. Der Schneidkopf besteht aus einem pneumatisch gesteuertem Nadelventil und einem Düsenrohr, an dessen unterem Ende eine kleine Edelsteindüse (meist Diamant oder Saphir) mit einer Überwurfmutter in einem Konus befestigt ist. In dieser Düse wird das Wasser durch den hohen Druck auf die 2-3-fache Schallgeschwindigkeit beschleunigt.

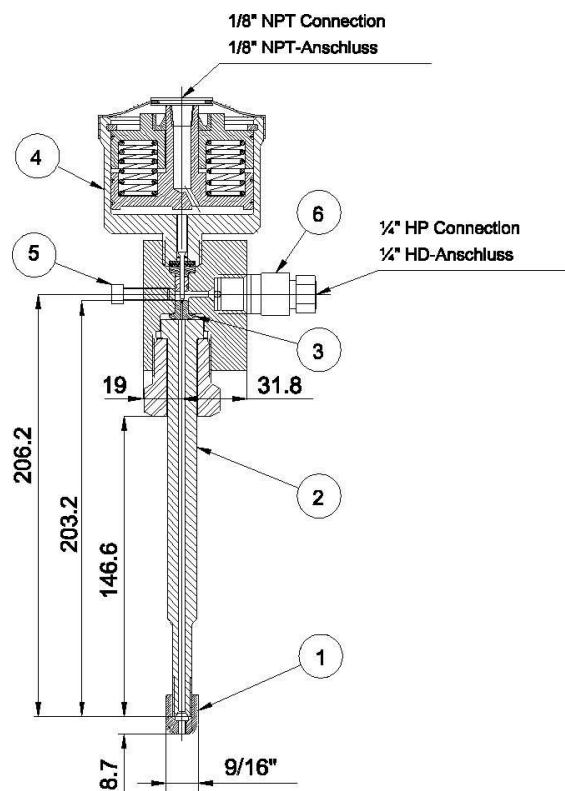


Abb. 5 Purwasserschneidkopf

Soll mit Abrasivzusatz gearbeitet werden, wird der Abrasivsand nach der Wasserdüse mit einem speziellen Abrasivkopf beigemischt.

Wasserstrahlschneiden- Eine Technologie im Aufwind



Abb. 6 Autoline Abrasivschneidkopf von KMT

Der Schneidkopf wird üblicherweise durch eine CNC Steuerung auf einem Schneid-
tisch über das zu bearbeitende Material
geführt.

Das Material wird auf einem Gitterrost
über einer Auffangwanne gehalten, in die
der Wasserstrahl verwirbeln kann und so
seine Energie abbaut.

In vielen Fällen kann als Schneidwasser ein
weiches Leitungswasser eingesetzt wer-
den. In den, Fällen in denen dies nicht
möglich ist, wird eine konventionelle
Wasserenthärtung vorgeschaltet. Reines,
destilliertes Wasser ist ebenfalls
ungeeignet, da absolut entionisiertes
Wasser ebenfalls dazu neigt, Kompo-
nenten im Hochdruckbereich zu schädi-
gen.

In den Fällen, in denen mit der Abrasiv-
technik gearbeitet wird, gehören auch
noch die Abrasivzuführung, die -Dosie-
rung, evtl. ein Abrasivaustrag und ein
Abrasivrecycling zur Anlage.

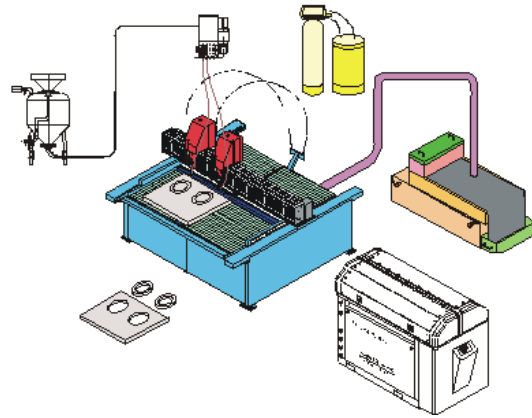


Abb. 7 Schneidanlage mit Wasseraufbereitung,
Hochdruckpumpe, Abwasserfilter, und Sand-
zuführung

Wasserstrahlschneiden- Eine Technologie im Aufwind

4. Die Vorteile des Wasserstrahl- schneidens:

Purwasser

- Flexible Fertigung
- Umweltverträgliche Technologie
- Geringe Schnittfugenbreite
- Bessere Materialausnutzung
- Schneiden in allen Achsrichtungen
- Hohe Schnittgeschwindigkeiten bei vielen Materialien
- Einfache Anpassung an automatische Konturensysteme
- Einfache Teileprogrammierung mit Standard CAD/CAM Systemen
- Anpassung an Mehrachsenschneldesysteme
- Einfache Integration in flexible Fertigungssysteme
- Just in Time Fertigung
- Schnelle Prototypenherstellung
- Wenige Spann-/Haltevorrichtungen erforderlich
- Geringe Tangentialkräfte auf das Werkstück
- Keine Wärmeeinflusszonen
- Spannungsfreies Schneiden
- Kein Zerspringen des Materials
- Kein Nachschärfen des Werkzeugs
- Kein Staub, Rauch, keine Dämpfe

Hydroabrasiv TM

- Flexible Fertigung
- Geringe Schnittfugenbreite
- Eliminiert häufig eine Nachbearbeitung der Teile
- Bessere Materialausnutzung
- Schneiden in allen Achsrichtungen
- Hohe Schnittgeschwindigkeiten bei vielen Materialien
- Einfache Anpassung an automatische Konturensysteme
- Einfache Teileprogrammierung mit Standard CAD/CAM Systemen
- Anpassung an Mehrachsenschnedesysteme
- Einfache Integration in flexible Fertigungssysteme
- Just in Time Fertigung
- Schnelle Prototypenherstellung
- Wenige Spann-/Haltevorrichtungen erforderlich
- Geringe Tangentialkräfte auf das Werkstück
- Keine Wärmeeinflusszonen
- Kein Auf- bzw. Nachhärten
- Spannungsfreies Schneiden
- Keine metallurgische Beschädigung
- Kein Zerspringen des Materials
- Kein Nachschärfen des Werkzeugs
- Kein Staub, Rauch, keine Dämpfe

Wasserstrahlschneiden- Eine Technologie im Aufwind

5. Zwei Wege mit Wasser zu schneiden

Betrachten wir nun die beiden Grundprinzipien des Wasserstrahlschneidens etwas genauer!

Purwasserschneiden

Das Schneiden mit einem reinen Wasserstrahl wird vor allem für relativ weiche Materialien eingesetzt: Kunststoffe, Textilien, Papierprodukte, Dichtungsmaterialien, Metallfolien, Schaumstoffe, Lebensmittel, dünne Sperrhölzer usw.



Abb. 8 Purwasserschnitte die bei KMT Waterjet Systems durchgeführt wurden

Diese Materialien lassen sich meist mit sehr hohen Geschwindigkeiten schneiden. Der limitierende Faktor ist oft nicht die Leistungsfähigkeit des Schneidkopfes, sondern die Fähigkeit der Steuerung das Werkstück oder den Schneidkopf schnell genug zu führen.

Wenn sie ein Material mit 20 m/min. schneiden können, kann die Maschine vielleicht noch lange nicht den Schneidkopf innerhalb einer kleinen Kontur auf diese Geschwindigkeit beschleunigen.

Einige Beispiele:

Papiere und Folien bis zu 200 m/min
Teppichböden: 15 - 30 m/min.

Für solche Materialien wird der Wasserstrahl häufig auch zum Schneiden von Bahnen anstelle von rotierenden Messern eingesetzt.

Ein Purwasserstrahl ist haarfein, nur ca. 0,1 mm – 0,2 mm breit, und daher in der Lage sehr scharfe Konturen zu schneiden. Teile, die als negativ-positiv Kontur ausgeschnitten wurden, lassen sich problemlos zu Intarsien zusammenfügen. Das Firmenlogo in der Fußmatte ist ein weitverbreiteter Kundenwunsch.



Abb. 9 Intarsie aus Schlingenmaterial als Fussmatte für einen Club

Andere Anwendungen ergeben sich z.B. bei der Herstellung von Dichtungen. Eine Stanze wäre bestimmt noch schneller, jedoch liegen die Werkzeugkosten so hoch, dass sich Stanzen nur bei sehr großen Stückzahlen rentiert. Mit Wasserstrahl lassen sich dagegen auch Kleinserien, beispielsweise 100 Zylinderkopfdichtungen für einen seltenen Oldtimer realisieren.

Kombiniert mit optischen Erkennungssystemen, und einem Nestingprogramm ist eine Wasserstrahlanlage in der Lage in der Schuhindustrie ein Lederstück optimal auszunutzen.

Wasserstrahlschneiden- Eine Technologie im Aufwind



Abb. 10 Lederschneidanlage mit optischer Erkennung und Nesting

Das Rohleder wird auf einem Tisch durch eine Digitalkamera gescannt, Fehlstellen (z.B. Löcher, Verfärbungen ...) werden vom Programm erkannt und eine Software kann nun unterschiedliche Schuhteile verschiedener Größen so aus dem Leder ausschneiden, dass der Materialverlust minimiert wird.

Da das Schneidwasser mindestens Trinkwasserqualität hat, eignet sich der Wasserstrahl auch für Lebensmittelanwendungen.

Gefrorener Fisch, der bisher zu einfachen Fischstäbchen verarbeitet wurde, kann mit ähnlichen Techniken in reizvolle Seepferdchen und -sternchen verarbeitet werden, die bei Kindern sehr beliebt sind.

Wird ein Kuchen durch Wasserstrahl zerschnitten, kann es nicht passieren, dass ein vergessener Kirschkern am Messer kleben bleibt und eine hässliche Furche in den Kuchen reißt. Auch die Schokolade zerbricht nicht unter dem Druck der „Klinge“.

Ein Schneidkopf für Purwasserschnitte trägt an seinem unteren Ende lediglich eine Überwurfmutter, die eine in Stahl gefasste Edelsteindüse fixiert. Ist diese Düse verschlissen, kann sie in minuten-schnelle mit einem Schraubenschlüssel und einer Büroklammer (sic!) ausgetauscht werden.

Abrasivschneiden

Mit dem Abrasivverfahren bearbeitet man folgende härtere Materialien:

Stärkere Metalle, Glas, Stein, Beton, Glasfaserkunststoff, Keramiken und Hartmaterialien wie Aluminiumoxid oder Siliziumnitrid.



Abb. 11 Metall-, Stein- und Plastikteile, die bei KMT Waterjet geschnitten wurden.

Der Abrasivschneideverfahren ist etwas aufwendiger. Zusätzlich zur Schneidwasserversorgung ist eine Abrasivzuführung erforderlich. Anstelle der Überwurfmutter tritt ein Abrasivkopf, in dem der Abrasivsand dem Wasserstrahl zugemischt wird.

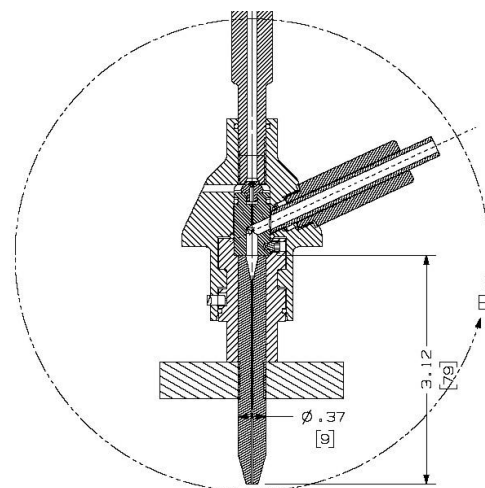


Abb. 12
Querschnitt durch den Autoline Schneidkopf

Wasserstrahlschneiden- Eine Technologie im Aufwind

Nachdem der Wasserstrahl die Edelsteindüse passiert hat tritt er in eine Mischkammer ein. Aufgrund der hohen Strömungsgeschwindigkeit erzeugt der Wasserstrahl dort einen Unterdruck, durch den ein Sand- Luftgemisch durch den seitlichen Stutzen in die Mischkammer hineingesogen wird. Die Sandmenge kann über eine Dosierung gesteuert werden.

Um nun das Gemisch aus Sand, Wasser und Luft wieder in eine Linie zu bringen strömt die Mischung in ein Fokussierrohr mit trichterförmigem Einlauf, das den dreifachen Durchmesser der Wasserdüse hat. Schon geringe Änderungen der Geometrie haben dabei deutliche Auswirkungen auf die Schneidleistung.

Als Abrasivsande setzt man meist Granat oder Olivin ein. Beides sind natürliche Mineralien, die bergmännisch gewonnen werden und relativ preisgünstig zur Verfügung stehen (0,25 bis 0,50 €/kg). Ein Schneidkopf benötigt jeweils ca. 250 bis 600 g Abrasiv pro Minute.



Abb. 13 Kleinteile geschnitten bei KMT

Gängige Körnungen sind 50 – 120 Mesh, (Maschen pro Zoll, wie beim Schleifpapier) das ist vergleichbar mit feinem Vogelsand. Das verbrauchte Abrasiv kann zum Teil recycelt werden oder es wird z.B. als mineralischer Baustoff weiterverwendet.

Abrasivschnitte werden wesentlich langsamer als Purwasserschnitte durchgeführt. Die Vorschübe betragen nur noch einige 100 mm/min. oder noch weniger. Dafür lassen sich aber auch harte Materialien von großer Dicke bearbeiten.

Ein Hauptarbeitsgebiet sind Metalle zwischen 5 und 20 mm, die sich teilweise nicht mit anderen Verfahren bearbeiten lassen, z.B. Edelstahl, Kupfer, Messing, Titan.

Diese Materialien werden ohne Erhitzung der Schnittkante, spannungsfrei und sauber bearbeitet so, dass eine Nachbearbeitung häufig entfallen kann.

Für die Materialstärke beim Abrasivschneiden gibt es keine echte Obergrenze. Ca. 90 % der Materialien liegen zwischen 3 und 30 mm, vielleicht weitere 9% im Bereich bis 100 mm.

Und dann gibt es immer wieder Sonderfälle, die aus diesem Rahmen herausfallen: Betonplatten von 180 mm, Stahlbeschläge von 400 mm.



Abb. 14 180 mm starke Betonplatten werden bei KMT Waterjet bearbeitet

Das ist alles machbar, nur steigen die Bearbeitungszeiten in diesen Bereichen dann überproportional an. Es ist also lediglich eine Frage der Rentabilität.

Der Schneidspalt eines Abrasivkopfes ist mit 1mm deutlich dünner als die meisten Fräsen und ermöglicht dadurch das

Wasserstrahlschneiden- Eine Technologie im Aufwind

Schneiden enger Konturen. Auch das direkte Einstechen in das Material ohne Vorbohren ist möglich.



Abb. 15 10 mm Edelstahl Musterteil

Sämtliche, üblicherweise im Maschinenbau anfallenden Konturen, sind möglich. Die Abrasivtechnik ist jedoch nicht nur auf den Metallbereich beschränkt. Gerade auch in der Steinverarbeitung wird der Wasserstrahl gerne zur Herstellung von Intarsien genutzt. Fliesenleger entdecken die Möglichkeiten, Armaturen nun exakt einzupassen und Küchenhersteller passen Arbeitsplatten aus Stein exakt in vorgegebene Geometrien ein.



Abb. 16
Diese Blume aus Labradorit wurde bei KMT Waterjet Systems in eine Marmorfliese eingesetzt

Lediglich bei der Bearbeitung des spröden Glases bedarf es noch zwei kleiner Tricks:

Wenn möglich verwende man als Abrasiv feinen Olivin.



Abb. 17 Doppeladler aus 20 mm Glas geschnitten

Olivin ist nicht so hart und schneidet daher etwas schlechter. Gleichzeitig poliert er aber die Oberfläche des Glases. Auf jeden Fall sticht man in das Glas aber immer nur mit niedrigem Druck ein. Da das Glas spröde ist, würde es bei hohem Druck ausplatzen. Glas verträgt es ebenfalls nicht, wenn es von einem Hochdruck Purwasserstrahl getroffen wird weil es dann springt.

Damit haben wir nun ein breites Spektrum schneidbarer Materialien abgedeckt.

Uns ist bisher noch kein Material bekannt, dass sich nicht doch irgendwie mit dem Wasserstrahl schneiden lässt.

(Stand März 2010)*

(*Dennoch besitzt der Autor immer noch auch ein gewöhnliches Taschenmesser Anm. d. Red.)

6. 1D-2D-3D

Neben der Einteilung in die beiden Schneidetechniken Purwasser- und Abrasiv, kann man die Wasserstrahlanwendungen auch aufgrund der Schneidgeometrien einteilen.

Eindimensional:

Im Rahmen von Produktionsprozessen werden Bahnen geschlitzt oder in der Länge beschnitten.

Das Führungssystem ist meist recht einfach gehalten, die Schneidgeschwindigkeiten sind hoch.

Wasserstrahlschneiden- Eine Technologie im Aufwind

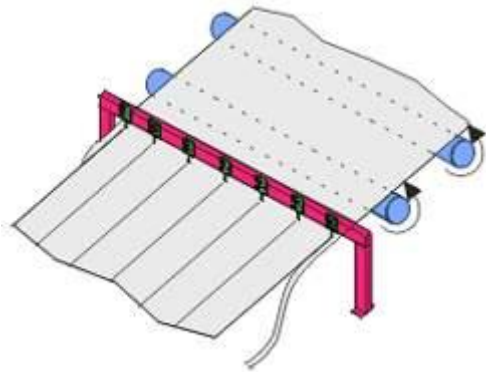


Abb. 18 Slitter zum Schneiden von Folienbahnen

Die hohe Zuverlässigkeit des Wasserstrahls im Dauerbetrieb und die geringen Ausfallzeiten sind hier ein wichtiges Kriterium.

Im Gegensatz zu Rollklingen wird das Material nicht zur Seite verschoben und es entsteht kein fliegender Staub.

Mehrere Schneiddüsen können parallel geführt und gesteuert werden.

Anwendungsbereiche: Papier- und Kunststoffbahnen, Gipskartonplatten, Rohplatten von Faserzement, Bleche, Kuchen, Tiefkühlpizza ...

Zweidimensional:

Die am meisten verbreitete Anwendung ist der zweidimensionale Schneidstisch. Über einer Auffangwanne, die der Größe des Arbeitsbereiches entspricht, wird ein Schneidkopf mittels CNC-Steuerung in X-Y Richtung über dem meist plattenförmigen Material geführt. Teilweise ist die Höhenachse Z ebenfalls ansteuerbar um auf unebene Werkstücke reagieren zu können.

Die Steuerung ist aufwendiger und die maximalen Arbeitsgeschwindigkeiten liegen meist im Bereich < 15 m/min.



Abb. 19 Vierkopf- Schneidetisch bei KMT Waterjet Systems, Bad Nauheim

Da der Wasserstrahl im Gegensatz zu einer Fräse keine tangentialen Kräfte einbringt, braucht das Material nicht aufwendig gegen Verrutschen gesichert zu werden (Aufpratzen). Lediglich leichte Materialien müssen beschwert werden, damit sie nicht durch aufwallendes Wasser aus dem Auffangtank von ihrer Position gespült werden. Dies ermöglicht einen raschen Wechsel des Materials.

Gängige Tischgrößen sind 1x2 m, 2x3 m und 3x4 m, meist werden 2-4 Schneidköpfe vorgesehen und Pumpenleistungen von 22-93 KW.

Aber es gibt auch größere Anlagen!

Dreidimensional:

Hier gibt es wieder zwei Untergruppen: Roboteranwendungen, bei denen ein Schneidkopf an einem beweglichen Roboterarm montiert ist und Schneidstische, die zu den 3 Achsen X,Y und Z noch zusätzlich über eine Rotations- und eine Schwenkachse verfügen.

Roboteranwendungen sind z.B. in der Lage einen gewölbten Autohimmel oder ein Armaturenbrett auch an für Stanzen unzugänglichen Stellen auszuschneiden.

Wasserstrahlschneiden- Eine Technologie im Aufwind



Abb. 20 Roboterarm mit KMT-Schneidkopf für Automobilzulieferer

Ein Schneidtablett mit 5-Achsensteuerung kann konische Einschnitte in flachen Materialien erzeugen (Phasen schneiden), oder gekrümmte Rohrwände rechtwinklig zum Rohrmantel bearbeiten. Im Anlagenbau können so die Rohrdurchbrüche in die Böden von Chemiereaktoren aus Titan eingeschnitten werden, ohne das Material zu schwächen.



Abb. 21 5-Achsen- 3-D Schneidanlage mit KMT-Schneidkopf

7. Schnittleistungen

Die dem Wasserstrahlschneider am häufigsten gestellten Fragen sind:

- Welche Materialien können sie schneiden?
- Wie schnell können sie diese schneiden?
- Bis zu welcher Dicke können Sie schneiden?

Prinzipiell kann ein Purwasserstrahl sämtliche „weichen Materialien“ schneiden. Dabei fassen wir den Begriff „weich“ recht weit. Leder, Papier, Schaumstoff, Teppichboden sind auf jeden Fall weich. Hartgummi, Sperrholz bis ca. 10 mm, Glasfaser-Kunststoff bis ca. 6 mm, aber auch Gipskarton, Gasbeton und dünne Bleche bzw. Metallfolien lassen sich mit reinem Wasser schneiden.

Der Abrasivstrahl kennt fast keine Beschränkungen mehr – er unterscheidet nicht zwischen billigem Baustahl oder Edelstahl und schneidet beide gleichermaßen. Stein, dickes Sperrholz, Glas, Metalle und Kunststoffe aller Art lassen sich mit ihm bearbeiten.

Selbst härteste Materialien wie Aluminiumoxid (Korund), Siliziumnitrid und Siliziumcarbid werden vom Abrasivstrahl geschnitten. Er ist unempfindlich für die chemische Resistenz des Materials und kümmert sich nicht darum, ob das Material leitfähig ist oder reflektiert.

In unserem Technikum ist uns lediglich einmal ein Material untergekommen, das uns ernstlichen Widerstand entgegensezte: Wolframcarbid – deshalb wurden früher auch die Fokussierrohre aus diesem Material gefertigt. Aber selbst Wolframcarbid lässt sich schneiden, wenn man sich Zeit nimmt.

Wasserstrahlschneiden- Eine Technologie im Aufwind

8. Schneidgeschwindigkeit

Die Schneidgeschwindigkeit hängt von mehreren Faktoren ab:

1. Materialstärke:

Die Schneidgeschwindigkeit steht in einer nichtlinearen reziprokproportionalen Relation zur Materialstärke.

Im Klartext: Bei halber Materialstärke können wir mehr als doppelt so schnell schneiden.

2. Der Düsendurchmesser:

Eine größere Düse bringt mehr Energie in das Material ein und erhöht dadurch die Schnittgeschwindigkeit. Eine doppelt so große Düse liefert viermal so viel Schneidwasser, steigert die Schnittgeschwindigkeit leider nur um ca. 80%. Daher ist es oft sinnvoll, mit kleineren Düsen mehrere Teile parallel zu produzieren.

3. Die Abrasivdosierung:

Auch durch eine Steigerung des Abrasivzusatzes kann man die Schnittgeschwindigkeit erhöhen. Auch hier bewirkt eine Verdopplung des Durchsatzes leider keine Verdopplung der Schneidleistung. Je nach Materialstärke lassen sich vielleicht 20 bis 40% herausholen.

4. Der Druck:

Ein höherer Druck bringt ebenfalls mehr Energie in das Werkstück ein und erhöht damit die Schneidleistung. Bei höherem Druck kann gleichzeitig die Abrasivdosierung erhöht werden, ohne dass das Fokussierrohr verstopft. Beide Effekte gekoppelt führen dazu, dass bei 10% mehr Druck mehr als 10% Schneidleistung hinzugewonnen werden können.

5. Schnittqualität:

Je nachdem ob sie ein Kontur einfach nur irgendwie aus dem Material herauschneiden wollen oder ob sie dieses Teil in guter Qualität zur Weiterverwendung benötigen, erhöht sich die Bearbeitungszeit bis auf das Fünffache.

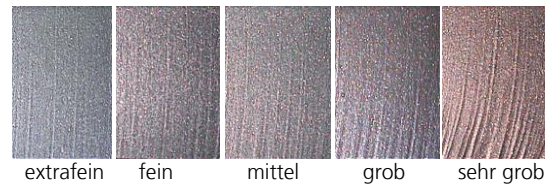


Abb. 22 Ein Schnitt in extrafeiner Qualität dauert rund fünfmal solange wie in der grössten Qualität

Ein Wasserstrahl, der so schnell geführt wird, dass er das Material gerade noch durchschneidet, hat ein V-förmiges Profil, an den Wänden bilden sich im unteren Teil Riefen aus. Wird der Strahl langsamer geführt, gelingt es ihm, die gesamte Kerbe bis auf den Grund weiter auszuschneiden, das Profil wird steiler und glatter. Bei einem Fünftel der maximalen Geschwindigkeit entsteht in der Regel ein senkrechter Schnitt, dessen Kanten wie geschliffen wirken.

Eine weitere Verlangsamung führt nur noch dazu, dass der Strahl die Führung im Material verliert, es im unteren Bereich erodiert und sich ein A-förmiges Profil bildet – dann wurde zu langsam geschnitten.

Wasserstrahlschneiden- Eine Technologie im Aufwind

9. Besonderheiten des Wasserstrahls

Bei allen Vorteilen, die das Wasserstrahlschneiden bietet, gibt es doch auch einige Aufgaben, die diesem Verfahren nicht so liegen.

Der Wasserstrahl mag keine größeren Hohlräume wenn er harte Materialien schneiden soll. Wenn man durch ein mehrlagiges Profil schneidet, so wird der Strahl in der oberen Lage an den Rändern gebremst, während das Zentrum des Strahls mit hoher Geschwindigkeit weiterfließt. Dadurch entsteht im Strahl eine seitwärts gerichtete Bewegungskomponente, die zum Auffächern des Strahls führt. Der Wasserstrahl tritt dann wesentlich breiter in die zweite Materialschicht ein.



Abb. 23
Aluminiumprofile mit Wasserstrahl geschnitten

Beim Schneiden von Blechstapeln ist daher darauf zu achten, dass die Bleche möglichst plan, ohne Hohlräume aufeinanderliegen. Werden Rohre mit Wasserstrahl abgeschnitten, so ist der Schnitt in der unteren Rohrlage etwas breiter.

Abhilfe kann hier ein Drehbanksystem schaffen, das das Rohr beim Schneiden dreht.

Wenn man diese Regeln beachtet, ist gerade der Wasserstrahl besonders geeignet

um mehrschichtige Materialien aus unterschiedlichen Komponenten zu schneiden.



Abb. 26 Hochseekabel, Kunststoff mit Metall-einlage und Velours/Schaumstoff/Glasfaser-Textil

Kunststoffbeschichtetes Eisen, Folienbeschichtetes Aluminium, Styroporbeschichtete Gipskartonplatten ...

Bei der Bergung des Wracks der Kursk wurde aus eben diesem Grund die Wasserstrahlschneidetechnik eingesetzt. Der Stahlmantel des U-Boots war mit einer dicken Gummihaut überzogen. Damit kennen wir nun einen weiteren Vorteil des Wasserstrahlschneidens: Es funktioniert sogar unter Wasser, wenn das Material nicht nässeempfindlich ist.

Wasserstrahlschneiden- Eine Technologie im Aufwind

10. Kostenfrage

Was kostet Wasserstrahlschneiden?

Eine generelle Aussage zu den Kosten des Wasserstrahlschneidens lässt sich nicht aufstellen. Wie so oft gilt auch hier die Regel: Sie bekommen nur das, was Sie bezahlen.

Je nach Anwendungsfall, ob es sich um eine einfache Slitteranlage, einen CNC-gesteuerten Schneidtisch oder eine Roboteranwendung handelt werden ganz unterschiedliche Investitionen fällig.

Wichtig ist auch, ob es sich um einen einzelnen Schneidkopf handelt, der mit einer kleinen Pumpe betrieben werden kann oder ob mehrere Schneidköpfe parallel arbeiten und eine große Pumpe oder mehrere Pumpen verwendet werden sollen.

Regionale Strompreise, Wasserpreise und Abrasivsandpreise beeinflussen die Betriebskosten maßgeblich.

Mit den Strom-, Wasser- und Abrasivkosten im Rhein-Maingebiet entstehen ca. folgende Betriebskosten:

Pro Purwasserschneidkopf: 5 – 8 €/h

Pro Abrasivschneidkopf: 16 – 20 €/h

Dazu kommen Kosten für Arbeitslöhne, Kapitalverzinsung und Administration, wie sie bei jeder anderen Produktionsmaschine ebenfalls anfallen.

Zur Berechnung dieser Kalkulationsfragen, die den Anwender täglich in der Praxis betreffen, hat KMT Waterjet Systems eine spezielle Software entwickelt. Mit dieser Software kann der Anwender Schnittgeschwindigkeiten und Schneidkosten in Sekundenschnelle überschlagen.

Die KMT Waterjet Systems Wasserstrahl-Schneidetechnik in Bad Nauheim steht Ihnen gerne zur Verfügung, wenn Sie Fragen zu einem konkreten Anwendungsfall haben.

Wasserstrahlschneiden- Eine Technologie im Aufwind

11. Weitere Informationen:

KMT GmbH • KMT Waterjet Systems Wasserstrahl-Schneidetechnik

**Auf der Laukert 11
D-61231 Bad Nauheim**

**Tel.: +49-6032-997-0
Fax: +49-6032-997-274**

**info@kmt-waterjet.com
www.kmt-waterjet.com**

Niederlassungen:

Spain – Madrid

Your partner for Spain & Portugal

Tel.: +34-91-510 3798
Fax.: +34-91-510 2894

Italy – Milan

Your partner for Italy

Tel.: +39-02-64 221-801
Fax.: +39-02-64 221-802

France – Lyon

Your partner for France

Tel.: +33-4-72 17 50 09
Fax: +33-4-37 49 95 19

Poland – Warsaw

Your partner for PL, CZ, SK, H, BG, RO,
former Sovjet Union & Yugoslavia

Tel.: +48-22-54 50 660
Fax.: +48-22-54 50 661

Poland – Warsaw

Your partner for PL, CZ, SK, H, BG, RO,
former Sovjet Union & Yugoslavia

Tel.: +48-22-54 50 660
Fax.: +48-22-54 50 661

United Kingdom – Birmingham

Your partner for UK, Ireland, Iceland and
South Africa

Tel.: +44-1384-408-892
Fax.: +44-1384-404-492

Sweden – Stockholm

Your Partner for Scandinavia

Tel.: +46-8-406 06 13
Fax.: +46-8-406 06 13

United Arab Emirates – Dubai

Your partner for Middle East, Pakistan

Tel.: +971-4-701-7966
Fax: +971-4-701-7967

India – Mumbai

Your partner for India

Tel.: +91-22-285 724 94
Fax.: +91-22-285 724 97

China – Shanghai

Your partner for China

Tel.: +86-21-5048-4621
Fax.: +86-21-5048-4619

Korea – Seoul

Your partner for Korea

Tel.: +82-2-713-4409
Fax.: +82-2-702-1493