



Autor: Udo Albrecht

Letzte Änderung: 03.06.2020

1. Individuelle Herstellung von Zuschnitten - Wahl der geeigneten Technologie
Neben den klassischen thermischen Verfahren autogenes Brennschneiden und Plasmaschneiden haben in den letzten Jahren auch für das Handwerk das Laserstrahlschneiden und das Wasserstrahlschneiden an Bedeutung gewonnen. Zumindest das Laserstrahlschneiden wird heutzutage nicht mehr als Exot bezeichnet und hat einen festen Platz sowohl in der gewerblichen Fertigung als auch im Dienstleistungsbereich eingenommen.

Schon die Tatsache, dass bisher keines der bestehenden Trennverfahren von einem neu hinzugekommenen gänzlich verdrängt wurde sowie andererseits auch das sich Durchsetzen der neuen Verfahren lässt erkennen, dass man nicht pauschal von dem wirtschaftlichsten Verfahren oder von dem Verfahren mit den qualitativ besten Schnittergebnissen sprechen kann. Vielmehr ist im Einzelfall unter Beachtung des zu bearbeitenden Werkstoffes und der Geometrie des Teiles die Entscheidung für das eine oder andere Verfahren zu treffen. Diese ergibt sich aus der engen Verknüpfung von Werkstoffeigenschaft, Schnittqualität und Wirtschaftlichkeit.

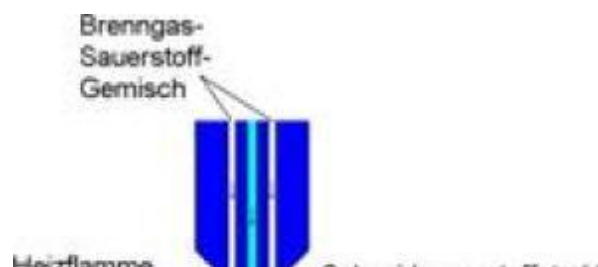
Bei der Entscheidung für ein Bearbeitungsverfahren ist zunächst relevant, mit welchem Verfahren der in Frage kommende Werkstoff aus technologischer Sicht überhaupt bearbeitet werden kann. Die Verfahren unterscheiden sich in ihren Wirkmechanismen wesentlich und sind jeweils nur für bestimmte Werkstoffe bzw. Materialdickenbereiche geeignet. Insofern wird klar, warum man oft nicht von Konkurrenz zwischen den Schneidverfahren sprechen kann. Andere Aspekte, die die Palette der möglichen Verfahren weiter einschränken, werden unter dem Schlagwort Schnittqualität zusammengefasst. Es sind z. B. Anforderungen an die erzielbare Genauigkeit, den Schnittkantenwinkel und die Werkstoffbeeinflussung in der Wärmeeinflusszone. Wenn nach diesem Ausschlussprinzip immer noch mehrere Verfahren übrig bleiben, entscheidet letztendlich der wirtschaftliche Aspekt durch einen Vergleich der Schnittkosten.

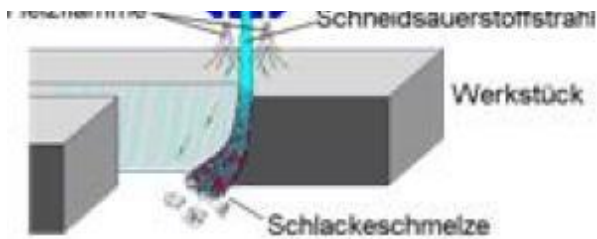
Um die jeweiligen Schneidergebnisse erklären, beurteilen und vergleichen zu können, wird zunächst ein Überblick der Verfahren gegeben.

2. Stand der Technik - Die Schneidverfahren im Einzelnen

2.1 Autogenes Brennschneiden

Beim autogenen Brennschneiden erwärmt ein Gasgemisch aus Sauerstoff und Brenngas (z.B. Acetylen oder Propan) den Werkstoff auf Zündtemperatur. Sobald der Verbrennungsprozess des Werkstoffs einsetzt, trägt die exotherme Reaktion des Schneidsauerstoffs mit dem Werkstoff zur Erwärmung bei. Die dabei entstehende dünnflüssige Schlacke wird durch die hohe Austrittsgeschwindigkeit des Schneidsauerstoffstrahls nach unten gedrückt und ausgetrieben. So entsteht eine nach unten geöffnete Schnittfuge mit breiter Wärmeeinflusszone im oberen Bereich. Haupteinsatzgebiet ist die Bearbeitung von Baustahl in Dicken bis mehrere 100 mm.





Autogenes Brennschneiden
 - Schema
 Quelle: Autor

Eigenschaften des Verfahrens:

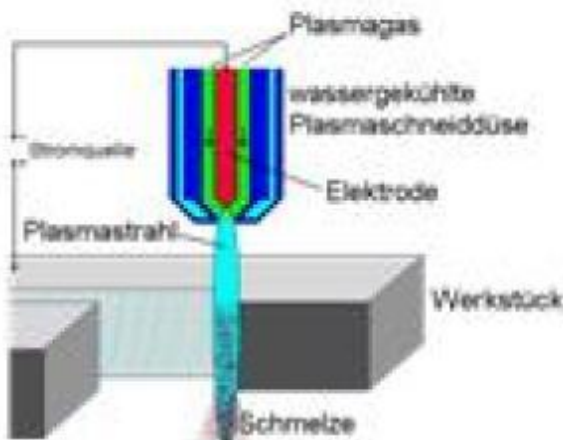
- Oxidschlackeschicht an der Schnittfläche
- starke Erwärmung des Teils während des Schneidvorgangs
- breite, konische Schnittgeometrie
- filigrane Konturen nicht realisierbar

Einsatzbereiche des Verfahrens:

- niedriglegierte Stähle wie z. B. S235JR bis mehrere 100 mm Dicke

2.2 Plasmaschneiden

Die Energie zum Aufschmelzen des Fugenmaterials wird beim Plasmaschneiden von einem Lichtbogenplasma zwischen einer Elektrode im Plasmabrenner und dem Werkstück geliefert. Das koaxial um die Elektrode geführte Plasmagas übernimmt zwei Funktionen. Es wird erstens durch den elektrischen Strom zwischen Elektrode und Werkstück ionisiert und dient so zur Energieübertragung auf das Werkstück. Zweitens wird durch die gerichtete Gasströmung die Schmelze aus der Schnittfuge getrieben.



Plasmaschneiden
 - Schema
 Quelle: Autor

Eigenschaften des Verfahrens:

- keine ausgeprägte Schlackeschicht an der Schnittfläche
- Erwärmung des Teils während des Schneidvorgangs
- konische Schnittgeometrie, jedoch annähernd senkrechte Schnittkante am Bauteil durch Feinstrahldüse realisierbar

- feinere Konturen als beim autogenen Brennschneiden
- hohe Schneidgeschwindigkeit, gute Wirtschaftlichkeit

Einsatzbereiche des Verfahrens:

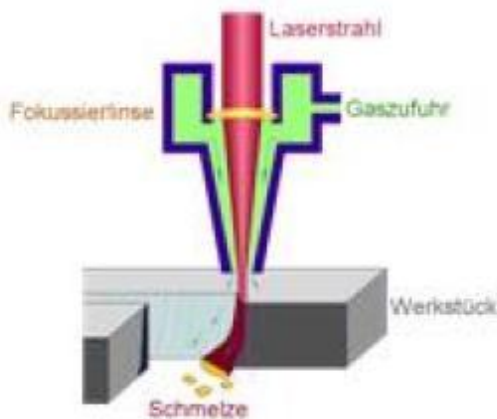
- niedriglegierte und hochlegierte Stähle sowie Aluminium bis mehrere 10 mm Dicke

2.3 Laserstrahlschneiden

Anfang der achtziger Jahre begann die Verbreitung der Lasertechnik als Werkzeug

zum Schneiden verschiedener Werkstoffe. Als Vorteile des Laserstrahlschneidens nannte man schon damals die geringe Spaltbreite und die sich daraus ergebende Exaktheit der Schnittkonturen. Als ein weiteres Argument wird häufig der fehlende Werkzeugverschleiß angegeben. Bei genauer Betrachtung verliert dieses Argument jedoch seine Gültigkeit. Nach einer bestimmten Anzahl von Betriebsstunden muss die Laserstrahlquelle und die Lasermaschine justiert bzw. gewartet werden; zum Teil wird auch der Austausch von optischen, elektronischen oder mechanischen Elementen erforderlich. Wenn man das Bild des Werkzeugs Laserstrahl verwenden möchte, könnte man sagen, der Laserstrahl wird "stumpf" oder "unscharf". Für die notwendigen Arbeiten ist ebenso wie bei mechanischen Maschinen ein Zeit- und Kostenaufwand anzusetzen.

Heute werden Laseranlagen mit Strahlleistungen bis zu mehreren Kilowatt angeboten. Der Rohstrahl, der die Laserstrahlquelle verlässt, hat je nach Lasertyp und -leistung einen Durchmesser von bis zu drei Zentimetern. Nachdem er von mehreren Spiegeln (oder durch eine Lichtleitfaser) bis zur Bearbeitungsstelle gelenkt wurde, wird er mit einer Linse auf die Werkstückoberfläche gebündelt und besitzt dort einen Durchmesser von ca. 0,2 Millimetern. Die durch die Bündelung hervorgerufenen extrem hohen Intensitäten führen zum Aufschmelzen des Werkstoffs, der mit Hilfe eines Arbeitsgases aus dem entstehenden Schnittspalt ausgetrieben wird.



Laserstrahlschneiden
- Schema
Quelle: Autor

Eigenschaften des Verfahrens:

- je nach Wahl des Arbeitsgases mit und ohne Entwicklung einer Schlackeschicht an der Schnittfläche
- geringe Erwärmung des Bauteils, dadurch geringer bis kein Verzug und Wärmeeinfluss auf das Gefüge des Werkstoffs
- geringe Schnittbreite < 1 mm, annähernd parallele, senkrechte Schnittkanten
- sehr feine, spitz zulaufende Konturen mit geringen Stegbreiten sowie kleine Löcher realisierbar

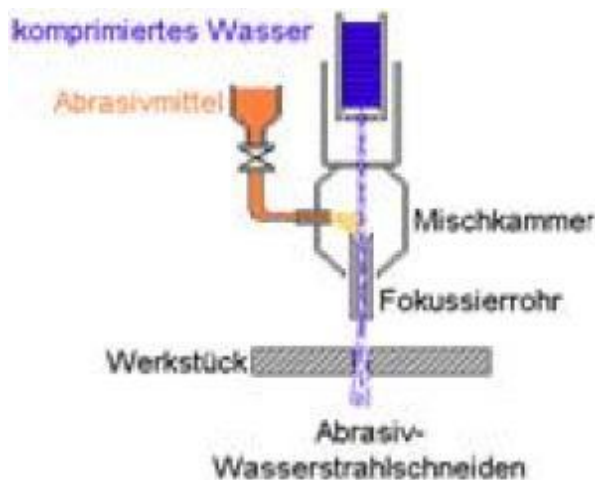
Einsatzbereiche des Verfahrens:

- niedriglegierte Stähle bis ca. 20 mm Dicke
- hochlegierte Stähle bis ca. 15 mm Dicke
- Aluminiumlegierungen (z. B. AlMg3) bis 10 mm Dicke

2.4 Wasserstrahlschneiden

Neben den bisher beschriebenen thermischen Schneidverfahren hat sich in den letzten Jahren das Wasserstrahlschneiden auf dem Markt etabliert. Ein sehr feiner Wasserstrahl mit mehrfacher Schallgeschwindigkeit wird erzeugt, im dem Wasser unter einem Druck von 3000 bar und mehr durch eine feine Saphirdüse gepresst wird. In den meisten Fällen wird dem Wasserstrahl ein Abrasivmittel (feine Sandkörnchen

mit scharfen Kanten) hinzugefügt. Die vom Wasserstrahl stark beschleunigte Körnung schleift den Werkstoff an der Schnittfront ab.



Wasserstrahl schneiden
mit Abrasivmittel -
Schema
Quelle: Autor

Eigenschaften des Verfahrens:

- keine Oxidschicht an der Schnittfläche
- keine Erwärmung des Bauteils, dadurch kein Verzug und Wärmeeinfluss
- leicht konische Schnittgeometrie mit geringer Breite < 2 mm, senkrechte Schnittkante am Bauteil kann durch Einsatz eines Spezialschneidkopfs zur Winkelkompensation realisiert werden
- sehr feine, spitz zulaufende Konturen mit geringen Stegbreiten sowie kleine Löcher realisierbar
- vergleichsweise langsamer Vorschub, daher oft hohe Bauteilkosten

Einsatzbereiche des Verfahrens:

- alle festen, wasserunempfindlichen Werkstoffe mit Dicken bis über 100 mm

3. Chancen und Risiken - Wirtschaftlichkeit nicht außer Betracht lassen

In vielen Berufen des Handwerks - von der Feinwerkmechanik und dem Metallbau über den Anlagenbau und die Elektrotechnik bis hin zur Kunststoffverarbeitung - werden computergesteuerte Schneidverfahren zur flexiblen Einzel- und Serienfertigung von Teilen aus ebenen Rohmaterialien eingesetzt.

Neben den technischen Vorteilen, die der Einsatz einer Technologie mit sich bringt, sind auch betriebswirtschaftliche Überlegungen anzustellen. Dabei treten hier zwei Fragestellungen auf:

Zum Einen sollte bei einem konkreten Anwendungsfall ein Kostenvergleich der aus technologischer Sicht in Frage kommenden Verfahren die Entscheidung für das eine oder andere Verfahren beeinflussen.

Neben den Investitionskosten sind beispielsweise auch die möglichen Bearbeitungsgeschwindigkeiten für das jeweilige Material entscheidend, oder, vereinfacht gesagt: Wie hoch ist die produzierte Stückzahl pro Zeiteinheit?

Die Ermittlung der Fertigungs-, Herstellungs- oder Stückkosten beim Einsatz der thermischen Schneidverfahren sowie des Wasserstrahlenschneidens erfolgt nach dem Schema, das aus der Fertigungstechnik bekannt ist. Bei kostenintensiven Maschinen werden bei der Kalkulation bzw. der Kostenrechnung die Maschinenkosten gesondert betrachtet und entsprechend der Inanspruchnahme verrechnet. Die Umrechnung auf die Stunde ergibt den sogenannten Maschinenstundensatz.

Für eine Kostenvergleichsrechnung verschiedener Verfahren zur Erfüllung einer konkreten Leistung (Produktfertigung) bietet die Wirtschaftlichkeitsrechnung geeignete Hilfsmittel, um das optimale Verfahren zu ermitteln. Eine erste Einschätzung vermitteln die Schneidkosten pro Meter, die wesentlich von der jeweils möglichen Schneidgeschwindigkeit abhängen. Es handelt sich hierbei um die maschinenabhängigen Kosten während der Produktionsphase (Lastlaufzeit).

Enthalten hierin sind die produktionsabhängigen Betriebsstoffe (Wasser, Strom, Gase, Abrasivmittel etc.), Verschleißteile (Linsen, Düsen, Kathode etc.) und Bedienpersonal, jedoch nicht auftragsabhängige Kosten (wie Vorrichtungen, Halbzeuge) und Gemeinkostenzuschläge (Arbeitsvorbereitung, Fertigung, Konstruktion, Verwaltung, Vertrieb etc.). Diese können konkret nur anhand eines realen Produktes und Betriebes ermittelt werden.

Zum Anderen ist unter Berücksichtigung des jeweiligen betrieblichen Umfeldes (Mitarbeiterqualifikation, Infrastruktur, räumliche und technische Gegebenheiten) und der möglichen Auslastung einer Anlage (erwartete Stückzahlen, Wirtschaftsentwicklung) individuell zu prüfen, welches Modell zur Nutzung der Technologie Anwendung finden kann.

Ist die Anschaffung einer Anlage sinnvoll oder soll zunächst auf die externe Dienstleistung eines Lohnfertigers zurückgegriffen werden? Oder besteht die Möglichkeit und Bereitschaft, zusammen mit anderen Unternehmen gemeinsam eine neue Technologie zu betreiben?

4. Weiterführende Informationen, Literatur

CD- ROM „Wasserstrahltechnik in der beruflichen Bildung“, ISBN: 978-3-00-020618-4

M. Faerber, Beitrag zur Auswahl eines geeigneten Schneidverfahrens für Stahlwerkstoffe unter besonderer Berücksichtigung des Laserstrahlschneidens, Schweißtechnische Forschungsberichte Band 42, ISBN: 978-3-87155-931-0

Bernd K. Engemann, Horst Herbrich und Berthold Kessler, Schneiden mit Laserstrahlung und Wasserstrahl, ISBN: 978-3816907480

F. Fischer und U. Albrecht, Wasserstrahlschneiden im Vergleich zum thermischen Schneiden - Verfahrensgrundlagen und Qualitätskriterien, der praktiker 10/2009 - Fachzeitschrift des DVS - Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V.

F. Fischer und U. Albrecht, Wasserstrahlschneiden im Vergleich zum thermischen Schneiden - Einsatzbereiche und Wirtschaftlichkeitsgesichtspunkte, der praktiker 11/2009 - Fachzeitschrift des DVS - Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V.

5. Informations- und Weiterbildungszentren

- Laserzentrum der Handwerkskammer Koblenz, metz@hwk- koblenz.de

- Laserzentrum der Handwerkskammer für Oberfranken, josef.farny@hwk- oberfranken.de

- Verein „junge technologien in der beruflichen bildung - tibt e. V.“, tibt@hwk- koblenz.de

6. Fachmessen

- www.euroblech.de

- www.schweissenuschneiden.de

- www.euromold.com

- www.hannovermesse.de

- www.emo-hannover.de

7. Hersteller

7.1 Autogenes Brennschneiden, Plasmaschneiden

www.kjellberg.de

www.messer-cw.de

www.esab.de

7.2 Laserstrahlschneiden

www.trumpf.com

www.primaindustrie.com

www.bystronic.de

www.finn-power.de

www.amada.de

7.3 Wasserstrahlschneiden

www.innomax-ag.com

www.bystronic.de

Neuer Artikel

Diesen Artikel finden Sie als **BISTECH** Fachinformation für Handwerksunternehmen unter www.fachinfo.bistech.de.