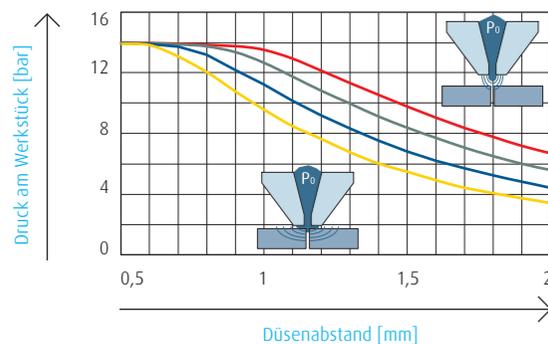


Einfluss des Düsenabstands auf den Schneidgasdruck an der Werkstückoberfläche (je nach Düsendurchmesser)

— Ø 1,8 mm — Ø 1,6 mm — Ø 1,4 mm — Ø 1,2 mm



Schneidgasart

Beim Laserstrahl-Brennschneiden wird Sauerstoff als Schneidgas eingesetzt, beim Schmelzschnitten Stickstoff, zum Teil auch Argon bei empfindlichen Werkstoffen wie z. B. Titan oder Zirkon. Treten Probleme beim Schneiden auf, so können diese mit dem verwendeten Schneidgas zusammenhängen. Zur Fehlersuche sollte der Gasdruck und die Menge (der Durchfluss) überprüft werden. Hierzu sollten beide Parameter möglichst nah an der Düse (am Schneidkopf) ermittelt werden. Beispielsweise führt übermäßiger Sauerstoffdruck zu verbrannten Ecken und zum Verlust filigraner Konturen. Ebenso kann eine unzureichende Gasreinheit zu folgenden Problemen führen: beim Sauerstoffschneiden zu reduzierter Schneidgeschwindigkeit und beim Stickstoffschneiden zu verminderter Schnittkantenqualität.

Schneidgasdruck

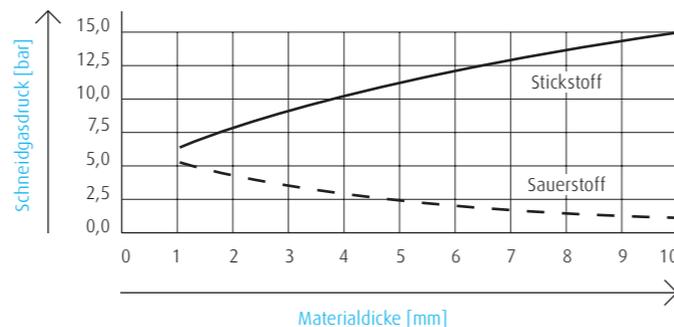
Das Schneidgas wird zwischen Linse und Düse zugeführt und der Schneidgasdruck im Schneidkopf gemessen. Beim Laserbrennschneiden muss der Druck des Schneidsauerstoffs mit zunehmender Blechdicke bis unter 1 bar reduziert werden. Ein zu hoher Druck verursacht Auskolkung. Der Stickstoffdruck wird demgegenüber mit steigender Blechdicke beim Laserschmelzschnitten erhöht. Zu geringer Druck verursacht Bartbildung. Zusätzlich dazu schützt das Schneidgas die Schneidlinse vor Spritzern. Speziell beim Einstechen muss im Schneidkopf der Schneidgasdruck aufgebaut sein und der Schneidgasfluss vorherrschen, bevor der Laserstrahl eingeschaltet wird.

Wenn z. B. die Düse auf der Werkstückoberfläche aufsetzt, ist zwar der Scheidgasdruck vorhanden, aber der Schneidgasstrom unterbrochen. Es besteht in beiden Fällen die Gefahr, dass Spritzer vom Einstechen von unten auf die Linse spritzen können.

Wird beispielsweise bei Konturen mit vielen Einstechvorgängen die Zeit zwischen dem Öffnen des Schneidgasventils und dem Einschalten des Laserstrahls reduziert, sinkt zwar die Gesamtbearbeitungszeit, gleichzeitig erhöht sich aber die mögliche Spritzerbelastung der Linse bzw. reduziert sich deren Lebensdauer.

Hier kann es sinnvoll sein, das Schneidgas während des gesamten Bearbeitungsprozesses eingeschaltet zu lassen.

Unterschiede im Schneidgasdruck beim Schmelzschnitten (N₂) gegenüber dem Brennschneiden (O₂) in Abhängigkeit der Materialdicke



Leistung, Geschwindigkeit

Die einzustellende Laserleistung und Schnittgeschwindigkeit hängen von der eingesetzten Anlage ab und sind deren Parametertabellen zu entnehmen. Zur Optimierung bzw. Fehlersuche kann beispielsweise die Schnittgeschwindigkeit bis zu 20 % davon abweichend variiert werden.

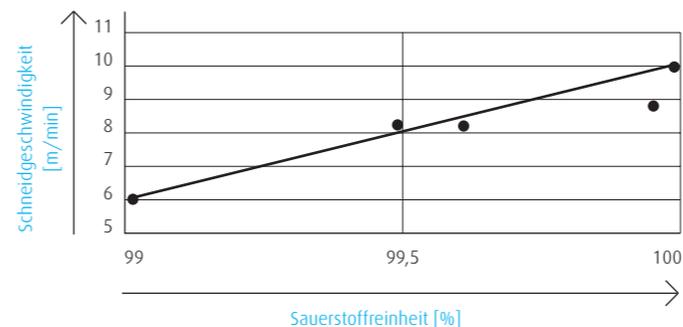
Spezifikation und Zustand des Werkstoffs

Bei Abweichungen in der verwendeten Werkstoffgüte kann sich auch das Schnittergebnis verändern (z. B. Inhomogenitäten wie Steigerungen oder Schwankungen der Anteile der Legierungselemente des Werkstoffs). Auch die Oberflächenbeschichtung in Form von Rost, Farbe, Walzzunder etc. kann über dadurch veränderte Absorptionseigenschaften Einfluss auf die Schnittparameter haben. Gleiches gilt z. B. auch für tiefe Kratzer, wie für unterschiedliche Rauheiten allgemein.

4. Schneidgasreinheit

LASERLINE® Sauerstoff zum Laserstrahlschneiden, Reinheit 99,95 %: Je höher die Reinheit des Schneidsauerstoffs, desto schneller kann geschritten werden. LASERLINE® Sauerstoff zum Laserstrahlschneiden erlaubt wesentlich höhere Schneidgeschwindigkeiten als Schneidgas in technischer Qualität (99,8 %).

Abhängigkeit der Schneidgeschwindigkeit von der Sauerstoffreinheit beim Laserbrennschneiden



LASERLINE® Stickstoff zum Laserstrahlschneiden, Reinheit 99,999 %, O₂ < 20 ppm: LASERLINE® Stickstoff zum Laserstrahlschneiden ermöglicht metallisch blanke Schnittflächen und erhält die Korrosionsbeständigkeit, wohingegen die Standardreinheit (Industriequalität) Verfärbungen verursacht und die Korrosionsbeständigkeit zerstört (siehe unten links, unterschiedliche Anlaufarben).



LASERLINE® Stickstoff zum Laserstrahlschneiden zur Spülung des Strahlführungssystems ermöglicht konstante Strahlparameter. Ohne Spülung können Feuchtigkeit, Kohlenwasserstoffe und CO₂ den Laserstrahl verändern und die Optiken beschädigen (siehe oben rechts, verschmutzte/neue Optik).

Linde GmbH

Gases Division, Linde Gas Deutschland, Seitnerstraße 70, 82049 Pullach
Telefon 01803 85000-0*, Telefax 01803 85000-1*, www.linde-gas.de

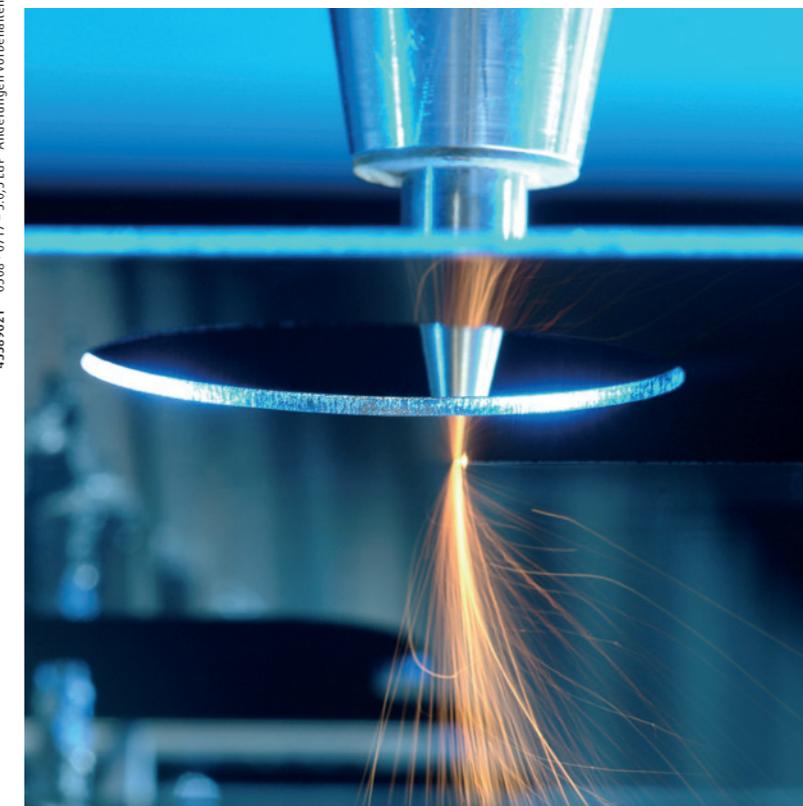
*0,09 € pro Minute aus dem dt. Festnetz, Mobilfunk bis 0,42 € pro Minute. Zur Sicherstellung eines hohen Niveaus der Kundenbetreuung werden Daten unserer Kunden wie z. B. Telefonnummern elektronisch gespeichert und verarbeitet.

Tipps für Praktiker.

Laserstrahlschneiden.

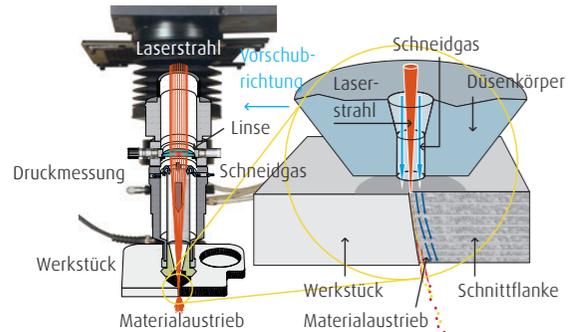
Inhalt:

1. Verfahrensprinzip
2. Strahlführungssystem
3. Schneidprozess
4. Schneidgasreinheit



1. Verfahrensprinzip

Das Laserstrahl-Brennschneiden und das Laserstrahl-Schmelzschnitten werden hauptsächlich zum Schneiden von Metallen eingesetzt.



Un- und niedriglegierter Stahl wird beim Laserstrahl-Brennschneiden bis auf Entzündungstemperatur erhitzt und im Sauerstoffstrahl verbrannt. Die kinetische Energie des Sauerstoffstrahls treibt dabei Schmelze und Schlacke aus der Schnittfuge aus. Bei der Verbrennung wird zusätzlich Energie freigesetzt, die hohe Schneidgeschwindigkeiten ermöglicht. Die entstandenen Schnittflächen sind mit einer Oxidschicht bedeckt.

Hochlegierte Stähle und Nichteisenmetalle werden beim Laserstrahl-Schmelzschnitten bis auf Schmelztemperatur erhitzt. Die Schmelze wird mit der kinetischen Energie eines reaktionsträgen oder inerten Gases wie Stickstoff oder Argon aus der Schnittfuge ausgetrieben. Sie ist grundsätzlich zäher als beim Brennschneiden. Es wird keine zusätzliche Verbrennungsenergie erzeugt, sodass die Schneidgeschwindigkeit niedriger ist als beim Einsatz von Sauerstoff. Die Schnittflächen sind metallisch blank.

2. Strahlführungssystem

Das Licht eines Festkörperlasers – wie z. B. eines Stab-, Scheiben- oder Faserlasers – wird mittels Glasfasern zum Bearbeitungskopf übertragen. Das Licht eines CO₂-Lasers hingegen kann aufgrund seiner Wellenlänge nicht über Fasern übertragen werden und wird in der Regel mit Spiegeln zum Bearbeitungskopf geleitet. Die Spiegel sind Teil des sogenannten geschlossenen Strahlführungssystems, das die Umgebung vor Streustrahlung und den Laserstrahl vor Stäuben und gasförmigen Verunreinigungen schützt.

Problematische Luftbestandteile sind insbesondere:

- Kohlenwasserstoffe, z. B. Butan als Treibgas in Sprühflaschen, oder auch durch Lüftungs- oder Druckluftsysteme angesaugte Kohlenwasserstoffe (Abgase, Lösungsmittel etc.)
- Feuchtigkeit, z. B. Luftfeuchtigkeit oder Reinigungsflüssigkeit wie auch deren Dämpfe
- Kohlendioxid, z. B. aus der Verbrennung

Das Strahlführungssystem sollte mit reinem Gas, LASERLINE® Stickstoff zum Laserstrahlschneiden (Reinheit 5.0 entspricht 99,999%), gespült werden, um eine Beschädigung der Spiegel bzw. eine Änderung der Laserleistung oder der Strahlqualität zu vermeiden.

Achtung: Druckluft aus Ringleitungen, wie sie z. B. für den Betrieb von Druckluftwerkzeugen verwendet wird, hat nicht die nötige Reinheit. Hier fehlen in der Regel Filtereinheiten für Kohlenwasserstoffe und gasförmige Nebenbestandteile. Eine Nachrüstung vorhandener Systeme mit entsprechender Technik ist im Allgemeinen unwirtschaftlich und zusätzlich regelmäßig zu warten.

Ist Leistungsverlust am Bearbeitungskopf feststellbar, so kann dies an verschmutzten oder falsch ausgerichteten Spiegeln liegen. In diesem Fall muss durch ausgebildetes Personal eine Leistungsmessung je Spiegel bzw. eine Spiegeljustage und/oder -reinigung durchgeführt werden.

3. Schneidprozess

Wichtige Prozessgrößen und Fehlerquellen sind:

- Brennweite der Schneidlinse
- Fokusposition
- Düsengröße
- Düsenmitte
- Arbeitsabstand
- Schneidgasart, Schneidgasdruck
- Leistung, Geschwindigkeit

Brennweite der Schneidlinse

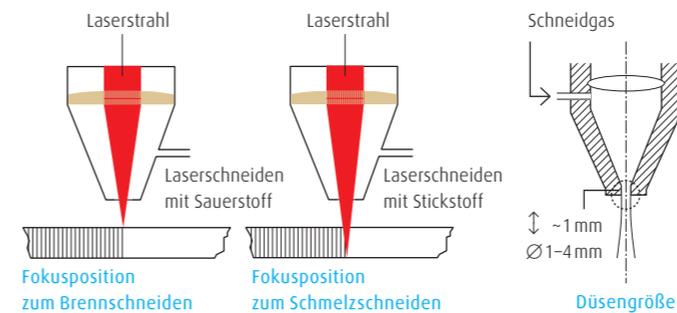
Zur Bündelung des Laserstrahls werden Fokussierlinsen eingesetzt, die bis zu 5 kW/cm² Laserstrahlleistung standhalten. Linsenbrennweiten von 5", 7,5" und 10" sind gebräuchlich. Eine Schneidlinse kann durch Spannungen beschädigt sein, die man nur unter polarisiertem Licht sehen kann.

Treten Schneidprobleme auf, sind folgende Fragen zu klären:

1. Hat die Linse die passende Brennweite und ist sie richtig eingebaut?
2. Ist die Linse verkratzt oder verschmutzt?
3. Arbeitet die Linsen Kühlung ordnungsgemäß?
4. Sind Laserstrahl und Linse richtig aufeinander ausgerichtet? Eventuell muss dann die Strahlführung neu justiert werden.

Fokusposition

Beim Laserstrahlschneiden mit Sauerstoff wird der Fokus – das ist die Stelle im Strahl mit der höchsten Energiedichte – auf der Blechoberseite positioniert, um dort schnellstmöglich die Zündtemperatur zu erreichen. Geringfügige Abweichungen, z. B. wenige Millimeter über dem Blech, erzeugen einen breiteren Schnittspalt, sodass dickere Werkstücke leichter zu entnehmen sind. Beim Laserstrahlschneiden mit Stickstoff wird der Fokus nahe der Blechunterseite positioniert, um ein effektives Aufschmelzen des Werkstoffs und Ausblasen der Schmelze zu ermöglichen.



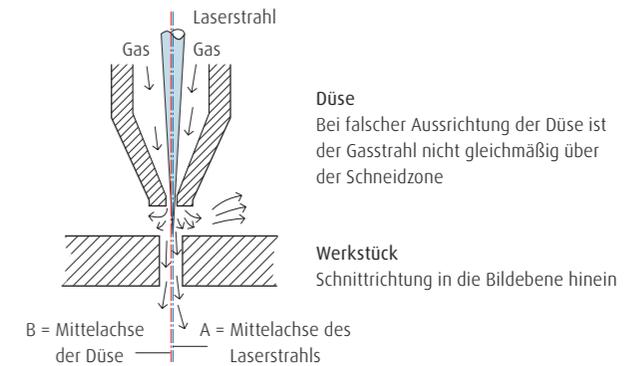
Düsengröße

Der Bohrungsdurchmesser kennzeichnet die Düsengröße. Diese beträgt beim Laserstrahl-Brennschneiden von z. B. 10 mm Baustahl 1,2–1,5 mm. Beim Schmelzschnitten von 10 mm Edelstahl beträgt die Größe dagegen 2,5–4 mm, da der Fokus etwa 10–12 mm unterhalb der Bohrung (Blechunterseite) liegt und die Bohrung ausreichend Platz für den austretenden Laserstrahl bieten muss. Die Düsenbohrung läuft zylindrisch aus, formt damit den Schneidgasstrahl und bestimmt letztendlich die erzielbare Schnittqualität. Der zylindrische Teil darf nicht verschmutzen oder beschädigt werden, die Düsenunterseite nach einer Kollision niemals schmirgeln.

LASERLINE® ist eine eingetragene Marke der Linde Group.

Düsenmitte

Zur Ermittlung der Lage des Laserstrahls zur Düsenmitte wird das Schneidgas abgestellt. Die Düsenunterseite wird z. B. mit Graphit geschwärzt und ein Klebeband über die Bohrung geklebt. Bei geringer Leistung wird ein „Schuss“ ausgeführt. Bei anschließender Betrachtung des Klebebands kann so die Lage des Strahls ermittelt werden. Das Loch des „Schusses“ sollte sich dann mittig in dem schwarzen Graphitring befinden. Eine falsche Ausrichtung der Düse stellt sich über richtungsabhängige Schnittqualität und Spritzer auswurf dar.



Arbeitsabstand

Der Arbeitsabstand zwischen Düse und Werkstück beträgt üblicherweise 0,25–2 mm und muss während des Schneidvorgangs konstant gehalten werden. Dazu werden zumeist Abstandssensoren eingesetzt.

Es ist darauf zu achten, dass sich beim Düsenwechsel, z. B. durch Austausch nicht exakt baugleicher Düsen, der Abstand zur Werkstückoberfläche verändern kann. Hier gilt es dann, den Fokusabstand neu einzustellen.

Druckschwankungen des Schneidgases an der Werkstückoberfläche können das Schneidresultat verschlechtern. Je größer der Düsendurchmesser gewählt wird, desto geringer fallen Druckschwankungen durch Veränderung des Düsenabstands an der Werkstückoberfläche aus. Ist also die Werkstückoberfläche uneben oder eine Abstandsregelung nicht vorhanden, hat der Anwender die Möglichkeit, durch Wahl einer größeren Düse die Abstandssensibilität zu verringern und ein Schneidergebnis mit konstanterer Qualität zu erzielen.