

18 November 2011

Gase – unsichtbares Geheimnis der Bearbeitung von Lasermaterial

Sie sind nicht sichtbar und dennoch ein wichtiger Bestandteil

Wachsende Anforderungen an Produktivität, Wirtschaftlichkeit und Qualität verlangen neue Lösungen und Technologien in den Bereichen Schweißen und Schneiden. Ein Resultat dieser stetig wachsenden Anforderungen ist die Lasertechnik. Mit den Schneidgasen Nitrocut® und Oxycut®, sowie der Produktreihe MegaLas®, Messer-Gase für die Lasermaterialbearbeitung, stellt Messer, größter privat geführter Industriegasespezialist, alle erforderlichen Gase und Gasgemische für die Lasermaterialbearbeitung zur Verfügung.

EINSATZBEREICHE VON BETRIEBS- UND ARBEITSGASEN

Gase sind in der Lasermaterialbearbeitung prozessbedingt den Hilfsstoffen zuzuordnen und werden in Abhängigkeit des Verfahrens und der eingesetzten Laserstrahlquelle in diversen Prozessschritten benötigt. Trotz ihrer Unsichtbarkeit ist die Auswahl der Gase für den optimalen Erfolg der Lasertechnik mitentscheidend. Man unterscheidet zwischen Betriebsgasen und Arbeitsgasen. Betriebsgase, die für die Funktion des CO₂-Laserresonators erforderlich, wohin gegen die Arbeitsgase dem Laserstrahl zum Beispiel als Schweißschutzgas oder Schneidgas dienen.

DIE REINHEIT DER GASE

Die Reinheit der Arbeitsgase für CO₂-Laser unterliegt höchsten Anforderungen. Aber auch für die Arbeitsgase und Gasgemische zum Schweißen und Schneiden ist die Reinheit ausschlaggebend für Wirtschaftlichkeit und Qualität.

Der Reinheitsgrad der Gase wird in Prozent angegeben – eine Zahl mit vielen Stellen hinter dem Komma. Um die Kennzeichnung zu vereinfachen, existiert ein international gültiges Kennzahlensystem. Die Kennzahlen bestehen aus einer Ziffer, einem Punkt und einer zweiten Ziffer. Die erste Ziffer gibt die Anzahl der Neunen an, die Ziffer nach dem Punkt stellt die letzte Ziffer des Gesamtwertes dar. Die Kennzahl 3.5 bedeutet also, dass das Gas über eine Mindestreinheit von 99,95 Prozent verfügt. Weitere Beispiele finden Sie in der folgenden Tabelle.

Reinheitsgrad der Gase	
Kennzahl	Mindestreinheit in %
2.5	99,5
3.5	99,95
4.6	99,996
5.0	99,999

BETRIEBSGASE

Betriebsgase sind Gasgemische. Diese werden als Fertiggasgemisch eingesetzt oder vor der Verwendung aus den einzelnen Komponenten in der Laseranlage gemischt. Bei diesen Gasgemischen spielen Reinheit sowie Qualitäts- und Gemischkonstanz eine besondere Rolle – aus guten Gründen. Bereits kleine Spuren von Feuchtigkeit oder Kohlenwasserstoffen können Betriebsstörungen verursachen. Kohlenwasserstoffe führen gegebenenfalls zu Schäden an den empfindlichen und teuren optischen Teilen. Wobei Feuchtigkeit die Anregungsentladung stört und somit den vollen Wirkungsgrad des Lasers verhindert. Weitere Störungen können durch Staubpartikel entstehen, welche das Laserlicht streuen und so den Prozess stören können. Für einen einwandfreien Laserbetrieb ist es also unabdingbar, dass die eingesetzten Gase von hoher Reinheit und frei von störenden Verunreinigungen sind. Die genannten Reinheitsanforderungen gelten ebenso für das Gasversorgungssystem.

LASERSCHNEIDEN ALS VORREITER BEI DER LASERMATERIALBEARBEITUNG

Das Laserschneiden zeichnet sich bekanntermaßen gerade im Vergleich zu anderen thermischen Schneidverfahren durch hohe Präzision, hohe Schneidgeschwindigkeiten, geringe Wärmeeinbringung und geringen Bauteilverzug aus. Anwendungsmöglichkeiten finden sich in vielen Branchen, wie dem Automobilbau, dem Flugzeugbau, dem Metallbau, der Blechbearbeitung, dem Schiffbau, der Textilindustrie und der Medizintechnik.

Laserschneidverfahren werden grundsätzlich in drei Verfahrensvarianten unterteilt – das Brennschneiden, Schmelzschneiden und

Sublimierschneiden. Welches dieser Verfahren zum Einsatz kommt, ist abhängig vom Werkstoff, den Qualitäts- und Wirtschaftlichkeitsanforderungen, sowie dem eingesetzten Schneidgas.

Das Brennschneiden mit reinem Sauerstoff ähnelt dem autogenen Brennschneiden. Der Werkstoff wird auf Zündtemperatur erwärmt und dann im reinen Sauerstoffstrahl verbrannt. Dies setzt voraus, dass der Werkstoff brennschneidgeeignet ist. Das bedeutet, seine Zündtemperatur muss unterhalb der Schmelztemperatur liegen. Bei un- und niedriglegierten Stählen ist dies der Fall. Nicht aber bei hochlegierten Stählen und Nichteisen-Metallen. Hier ist das Brennschneiden mit Sauerstoff zwar möglich, aber aus qualitativen und wirtschaftlichen Gründen nicht empfehlenswert.

Werkstoffe, die für das Brennschneiden ungeeignet sind werden mit dem Schmelzschnidverfahren getrennt. Dafür muss der Werkstoff bis auf Schmelztemperatur erwärmt und durch das Schneidgas mit einem bis zu 25 bar hohem Druck aus der Schnittfuge ausgetrieben werden. Als Schneidgas kommt hier meist Stickstoff zum Einsatz, in besonderen Fällen aber auch Argon. Dies gilt beispielsweise für Titan, Tantal, Zirkon und Magnesium, da diese Werkstoffe chemische Verbindungen mit Stickstoff eingehen. Aus qualitativen Gründen können auch un- und niedriglegierte Stähle mit dem Schmelzschnidverfahren unter Verwendung von Stickstoff getrennt werden. Dabei entstehen oxidfreie Schnittflächen. Die Schneidgeschwindigkeit ist jedoch wesentlich geringer.

Werkstoffe ohne Schmelzpunkt, wie Holz, Kunststoffe, Verbundwerkstoffe, Plexiglas, Keramik oder Papier werden sublimiergeschnitten. Der Werkstoff gelangt dabei vom festen direkt in den gasförmigen Zustand. Das Schneidgas hält die Partikel und Dämpfe von der Optik fern.

SCHNEIDGASE

Die Auswahl der Schneidgase ist abhängig von dem zu schneidenden Werkstoff und den vorhandenen Qualitätsansprüchen an die entstehenden Schnittflächen.

Brennschneidgeeignete Werkstoffe werden mit reinem Sauerstoff geschnitten. Hierbei kann die Reinheit des Sauerstoffs die Schneidgeschwindigkeit stark beeinflussen (siehe Abbildung). Mit einer hohen Reinheit kann man die Schneidgeschwindigkeit – je nach Blechdicke – um bis zu 20 Prozent zu erhöhen. Die beim Laserschneiden ohnehin geringe Tiefe der Wärmeeinflusszone wird hierdurch zusätzlich verringert. Beim Brennschneiden hat sich daher die Reinheit 3.5 durchgesetzt.

Nicht brennschneidgeeignete Werkstoffe werden meist mit Stickstoff geschnitten. Seine inertisierende Wirkung führt zu oxidfreien Schnittflächen. Hier können leichte Verunreinigungen durch Sauerstoff oder Feuchtigkeit, Verfärbungen durch Oxidation auf den Schnittflächen entstehen. Bei hohen Qualitätsanforderungen hat sich die Reinheit 5.0 als Standard bewehrt.

Werkstoffe wie Titan, Tantal oder Magnesium zählen zu den Oxid- und Nitridbildnern, da sie intensiv mit Sauerstoff und Stickstoff reagieren. Um diese Werkstoffe ohne Nacharbeit wie Fräsen, Schleifen oder Beizen schweißtechnisch verarbeiten zu können, empfiehlt sich das Schneiden mit Argon. Auch hier gilt, je höher die Reinheit des verwendeten Argons, desto sauberer die Schnittflächen. Bei der späteren schweißtechnischen Verarbeitung können die Nitride und Oxide in die Schweißnaht übertragen werden.

DIE VERSCHIEDENEN ARTEN DES SCHWEISSEN

Das Laserschweißen löst durch seine besonderen Eigenschaften Schweißaufgaben wie kein anderes Verfahren. Hauptmerkmal ist dabei die stark konzentrierte Wärmeeinbringung. Das Laserschweißen verfügt über eine hohe Schweißgeschwindigkeit, eine schmale Wärmeeinflusszone und einen geringen Verzug des Bauteils. Ein weiterer Vorteil ist die geringe Wärmeeinbringung. Auch die Stoßarten sind, verglichen mit anderen Schweißverfahren, etwas Besonderes. Der Laser ist in der Lage regelrecht durch ein Bauteil hindurch zu stechen. Dies ermöglicht das Schweißen in sonst unzugänglichen Bereichen. Davon profitiert besonders die Automobilindustrie, wo Schweißstellen, wie beispielsweise an Karosserien, oft sehr versteckt liegen. Zudem erfüllt der Laser den Wunsch nach hohen Schweißgeschwindigkeiten und einem geringen Verzug. Auch für die Medizintechnik und Mikroelektronik ist das Laserschweißen geeignet.

Beim Remote-Schweißen werden komplexe Bauteile aus Entfernungen von bis zu zwei Metern geschweißt. Der Hauptvorteil des Verfahrens ist die schnelle Positionierung des Laserstrahls. Sie erfolgt durch mehrachsige verstellbare Spiegel von einer zentralen Einheit aus. Weitere Vorteile sind die Zeiteinsparung und der Verzicht auf aufwendige mechanische Baugruppen für die Strahlführung. Das Schutzgas wird hierbei über die Spannvorrichtung zugegeben. Alternativ bietet sich auch die Verwendung einer Kammer an.

Das Wärmeleitungsschweißen benötigt nur geringe Leistungen. Die Energie des Lasers wird an der Oberfläche des Bauteils in Wärme umgesetzt, so dass sich ein Schmelzbad bildet, das die Wärmeenergie durch Konvektion weitergibt. Diese Konvektion kann wie beim Lichtbogenschweißen über die Schweißschutzgase beeinflusst und das Einbrandprofil an die schweißtechnischen Anforderungen angepasst werden.

Das Tiefschweißen benötigt höhere Leistungen, da das Metall nicht nur geschmolzen sondern auch verdampft wird. Auf diese Weise dringt der Laser tief in das Werkstück ein und es bildet sich ein sogenanntes Keyhole - Schlüsselloch. In diesem Keyhole entsteht eine

Plasmasäule, die die Energie des Lasers aufnimmt und an den Werkstoff weitergibt. Das Ergebnis ist ein kontinuierlicher Schweißprozess. Die aus dem Dampfkanal austretende Plasmawolke muss mit einem Schutzgas weggeblasen werden, da diese sonst die Laserenergie aufnehmen würde ohne sie dem Schweißprozess zuzuführen.

Das Hybridverfahren ist eine Kombination mehrerer Verfahren. Beim Laserschweißen bietet sich speziell die Verbindung mit dem MAG-Schweißen an. Hierdurch wird die Wirtschaftlichkeit des Laserschweißens mit der großen Abschmelzleistung des MAG-Prozesses auf hohe Blechdicken übertragen. Die Schutzgasauswahl muss beiden Verfahrensbestandteilen gerecht werden. Bewährt haben sich daher Gemische aus Argon, Helium und einer Aktivgaskomponente wie Kohlendioxid. Neben der Kombination mit dem MAG-Schweißen bieten sich auch Kombinationen mit WIG- und Plasmaschweißen an.

Das Laserlöten ähnelt dem Wärmeleitschweißen. Der Energiebedarf des Lotes ist hierbei zu berücksichtigen. Speziell im Automobilbau hat sich dieses Verfahren durchgesetzt. Neben den bekannten Vorteilen wie geringer Wärmeeinbringung und Verzug spielen auch die Korrosionsbeständigkeit der Lote und die leichtere Bearbeitbarkeit eine große Rolle. Auch die Fügesicherheit und die hohe Standzeitfestigkeit machen das Laserlöten zu einer guten Alternative.

SCHWEISSSCHUTZGASE - HILFSSTOFFE FÜR EIN OPTIMALES ERGEBNIS

Wie schon in der Schneidtechnik setzt sich der Laser auch beim Schweißen und Löten immer mehr durch. Hierbei wird in vier Varianten unterschieden. Dem Wärmeleitungsschweißen, Tiefschweißen, Hybridschweißen und Laserlöten. Das Schweißen kann sowohl mit als auch ohne Schweißzusatzwerkstoff erfolgen. Auch das Verschweißen von artfremden oder ungleichen Metallen und Legierungen wie Aluminium und Stahl oder schwarz und weiß ist möglich.

Das Schutzgas zum Schweißen hat mehrere Funktionen. Eine der Hauptaufgaben ist der Schutz des heißen Werkstoffs vor der Atmosphäre, denn diese kann zur Aufnahme von Stickstoff oder Feuchtigkeit führen oder eine Oxidation an der Oberfläche auslösen. Darüber hinaus sorgt das Schutzgas für die kontinuierliche Entfernung der Plasmawolke über dem Werkstück.

Wie bei anderen Schutzgas-Schweißverfahren kann auch beim Laserschweißen der Schweißprozess durch den Einsatz optimierter Schweißschutzgase gezielt beeinflusst werden. Die Basis der Gasgemische bildet Argon. Durch Zugabe von CO₂, Sauerstoff, Helium, Stickstoff oder Wasserstoff ist es möglich, den Schweißprozess thermisch als auch metallurgisch zu beeinflussen. Typische Gasgemische sind hier Argon/Helium, Argon/Sauerstoff und Argon/Wasserstoff. Die entsprechenden Komponenten richten sich nach dem zu fügenden Werkstoff.

SCHWEISSEN OHNE SCHUTZGAS

Speziell bei der Verwendung von Festkörperlasern ist das Schweißen ohne Schutzgas häufig anzutreffen. Es führt zu einem korrekten Aussehen der Schweißnaht – doch das allein ist nicht ausschlaggebend. Ohne Schutzgas kann das Schweißgut, wie auch bei anderen Schweißverfahren, Stickstoff, Sauerstoff und Feuchtigkeit aufnehmen, was Schweißnahtfehler wie Poren und Wasserstoffrisse nach sich zieht. Speziell bei un- und niedriglegierten Stählen führt Stickstoff zu vorzeitiger Alterung und Versprödung. In den meisten Fällen werden die Folgen erst nach mehreren Jahren sichtbar, wenn das Bauteil entsprechenden Belastungen ausgesetzt war.

EINE ERFOLGREICHE SCHUTZGASABDECKUNG DANK LAMINARER STRÖMUNG

Bei der Begasung der Schweiß- bzw. Lötstellen ist eine laminare Strömung die Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Schutzgasabdeckung. Bei einer zu hohen Strömungsgeschwindigkeit der Schutzgase entstehen Verwirbelungen, die die Atmosphäre mit in den Gasstrahl einbinden. Dies ist eine der häufigsten Ursachen für Schweißfehler. Auch unterschiedliche Schutzgasgemische beeinflussen den Laserstrahl.

Beim Laserstrahlschweißen stehen für die Schutzgasabdeckung Koaxial-, seitliche, periphere, sowie Ringspalt-Düsen zur Verfügung.

Bei der koaxialen Schutzgaszufuhr wird der gesamte Strahlbereich zwischen Düsenaustritt und Linse mit dem Schutzgas beaufschlagt. Hier kann es durch Bildung einer Plasmasäule zu Schäden an den Linsen kommen.

Bei seitlicher Zufuhr von Schutzgasen bildet sich häufig ein Injektor, wodurch Luft mit in den Schweißbereich gesaugt wird. Somit läuft der Schweißprozess dann unter einem Schutzgas-/Luft-Gemisch ab. Die Folgen sind Poren, Anlauffarben und andere Schweißfehler.

Bei Verwendung von Ringspalt-Düsen, kurz RSD, ist es sinnvoll, in geringen Mengen ein zusätzliches Spülgas, wie beispielsweise Stickstoff oder Helium, zu verwenden. Es verhindert, dass Schutzgas in den Bereich der Laseroptik gelangt. Die RSD gewährleistet eine gleichmäßige Schutzgasabdeckung des Schmelzbades.

MESSER GASE – EIN VIELFÄLTIGES PRODUKTPORTFOLIO

Messer bietet ein Gaseprogramm, wie es nicht selbstverständlich ist. Dies beginnt mit den passenden Gasen für jede Anwendung und nachvollziehbarer, anwendungsorientierter Namensgebung der Produkte und reicht bis hin zu immer wieder neuen, den

Kundenanforderungen und -wünschen entsprechenden, Gasgemischen.

Kleinere Bedarfsmengen, wie die Versorgung der Lasergase, werden über Druckgasflaschen abgedeckt. Meist kommen hierbei Einzelflaschen mit zehn oder 50 Litern zum Einsatz. Zum Schneiden werden Sauerstoff oder Stickstoff in Tanks bereitgestellt.

DIE GASEVERSORGUNG - VON DER FLASCHE ZUM ARBEITSPLATZ

Entscheidend für eine optimale Gasversorgung ist der Transport der Gase an ihren Bestimmungsort. Hierbei dürfen keine Verunreinigungen entstehen. Dazu gehören eine korrekte Installation der Hardware, die sinnvolle Auswahl der Gasarmaturen und eine bedarfsgerechte Versorgung mit Gasen in der benötigten Reinheit. Eine zusätzliche Sicherheit bietet die Installation eines Partikelfilters. Auch die Gasversorgung des Resonators erfordert höchste Reinheit. Das gilt sowohl für die Resonatorgase, als auch für die Zuleitung durch Rohre und Schläuche. Für die Zuleitung im unbeweglichen Teil der Anlage sind Rohre aus Kupfer oder CrNi-Stahl optimal. Die Rohre müssen öl- und fettfrei sein und deren Enden sollten während des Transportes durch Kunststoffkappen verschlossen sein. Beim Schweißen oder Löten der Rohre ist auf ausreichendes Formieren zu achten.

Schläuche bergen immer das Risiko des Eindiffundierens von Stickstoff, Sauerstoff und in besonderem Maße Feuchtigkeit. Spezielle Werkstoffe mindern diese Gefahr.

<https://newsroom.messergroup.com/de/gase--unsichtbares-geheimnis-der-bearbeitung-von-lasermaterial/>

Kontakte

Angela Giesen	Diana Buss
Manager Communications	Senior Vice President, Corporate Communications
angela.giesen@messergroup.com	diana.buss@messergroup.com
+49 2151 7811-331	+49 2151 7811-251
+49 174 3281184	+49 173 5405045