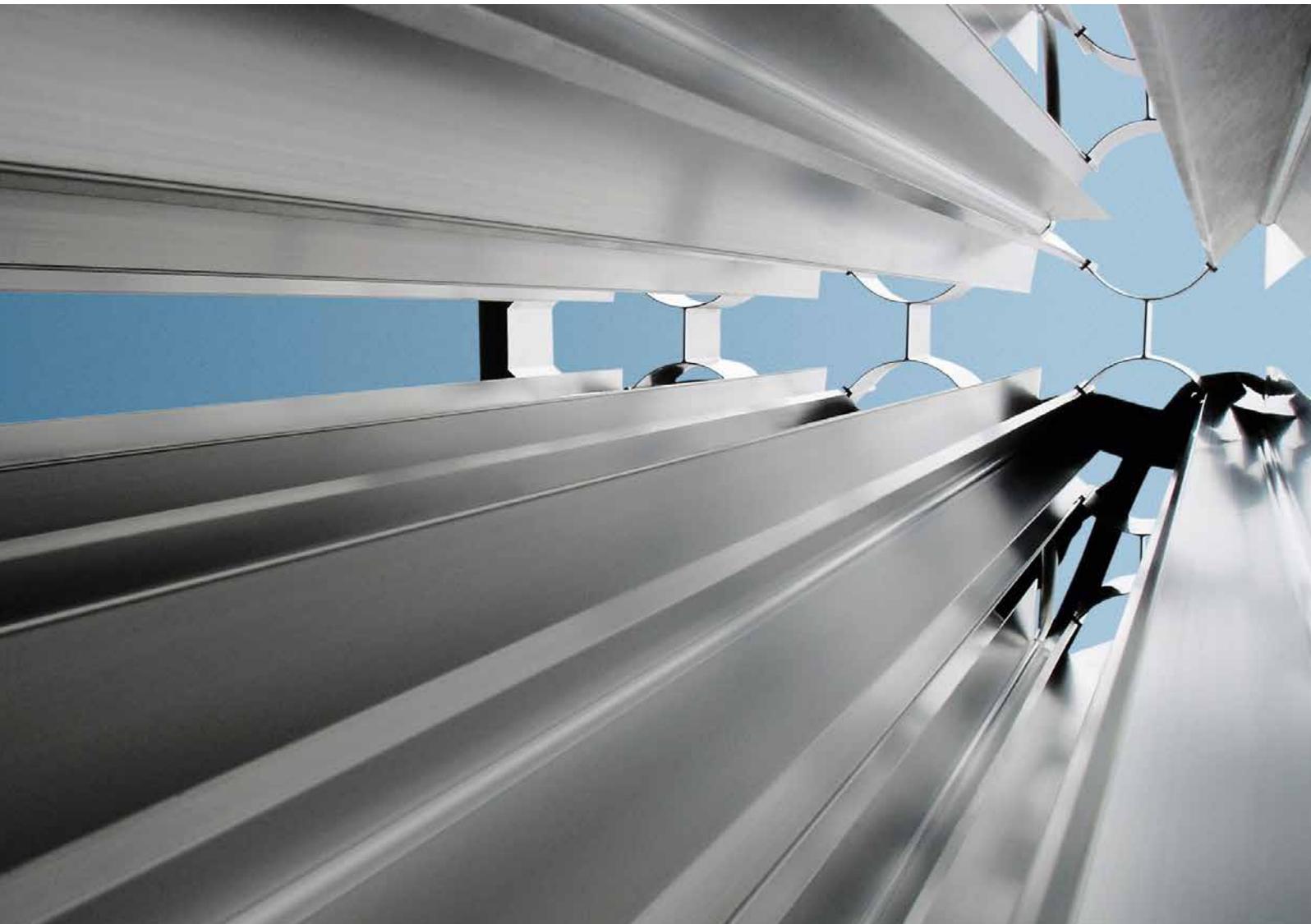


Making our world more productive



Optimierte Prozessgase für anspruchsvolle  
Laserschweißaufgaben

# LASGON<sup>®</sup> S2 – besser für die Einkopplung in reflektierende Materialien



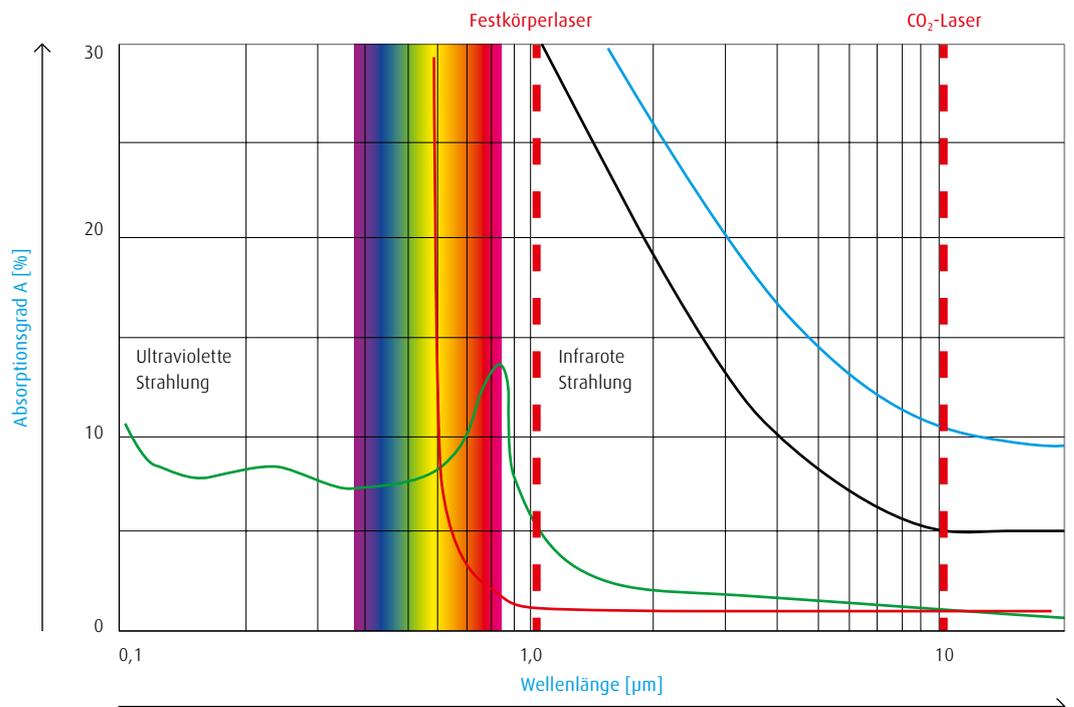
# Laserschweißen auf dem neuesten Stand der Technik. Stabile Einkopplung mit LASGON® S2.

Die Weiterentwicklung der Strahlquellen im Bereich der Lasertechnik für die Materialbearbeitung ist enorm. Diodengepumpte Scheiben- und Faserlaser haben die lampengepumpte Nd-YAG-Laser in weiten Bereichen aus der Fertigung verdrängt. Auch die Diodenlaser bieten immer noch bessere Strahlqualitäten bei sehr hohem Wirkungsgrad. Die verfügbaren Laserleistungen ermöglichen den Einsatz der Strahlquelle zum Schneiden und Schweißen. Vor allem in Bereichen, in denen der CO<sub>2</sub>-Laser wegen seiner großen Wellenlänge von 10,6 µm nicht die geeignete Strahlquelle darstellte, werden durch diese Strahlquellen mit ca. 1 µm Wellenlänge und darunter neue Aufgabengebiete für die Lasermaterialbearbeitung erschlossen.

Um dem technologischen Fortschritt und dem erweiterten Aufgabenspektrum beim Laserschweißen gerecht zu werden, hat Linde mit dem angepassten Prozessgas LASGON® S2 ein neues Produkt in gewohnt hoher LASERLINE®-Qualität entwickelt. Dank LASGON® S2 lassen sich Kupfer und Aluminium – also Werkstoffe mit einer geringen Absorption der kalten metallischen Oberfläche – einfacher schweißen. Die optimierte Einkopplung der Laserstrahlung ins Material stabilisiert den Laserschweißprozess und sorgt für hohe Einschweißstiefen und Schweißgeschwindigkeiten auf der gesamten Nahtlänge. Auch ein Wärmeleitungsschweißen mit verrundeten Kanten wird unter LASGON® S2 plötzlich möglich.

## Auswirkung der Wellenlänge auf den Absorptionsgrad

— Aluminium — Kupfer — Eisen — Stahl



Der Absorptionsgrad von metallischen Oberflächen für die Laserstrahlung bei Raumtemperatur ist häufig gering. Die Verwendung kürzerer Wellenlängen kann den Anteil der absorbierten Energie zwar erhöhen, ist aber häufig alleine nicht genug, um eine prozesssichere Schweißung kritischer Materialien und Oberflächen zu garantieren. Probleme mit der Absorption treten immer wieder auch bei Laserschweißungen mit großen Fokussdurchmessern an Aluminium und hohen Oberflächengüten sogar bei Edelstählen auf.

# LASGON® S2 erleichtert das Laserschweißen von stark reflektierenden Materialien.



Durch die Möglichkeit, bei Festkörperlasern Lichtleitfasern einzusetzen, werden mehr und mehr Roboter zum Laserschweißen eingesetzt. © TRUMPF GmbH + Co. KG

Durch die Verwendung optimal angepasster Prozessgasgemische können auch spezielle Aufgabenstellungen wie das Laserschweißen von stark reflektierenden Materialien wesentlich leichter gelöst werden als dies mit Standardgasen wie Stickstoff, Argon oder auch Helium möglich ist.

## Problemstellung

Durch die Forschungen und Entwicklungen im Bereich Photovoltaik, Brennstoffzellen und Elektromobilität wird auch die Laserbearbeitung von Aluminium, Buntmetallen und Kupfer häufiger benötigt als früher. Scheiben- und Faserlaser haben zwar beim Starten von Schneid- und Schweißapplikationen Vorteile bei der Einkopplung in diese Materialien, aber auch mit diesen Lasern kann das Einkoppeln in Materialien wie Kupfer Probleme bereiten.

Wie aus der Grafik ersichtlich ist, absorbiert eine blanke Kupferoberfläche bei Raumtemperatur und bei der Wellenlänge von Scheiben- und Faserlasern von ca. 1 µm nur ca. 2% der ankommenden Laserstrahlung. Dies ist zwar mehr als bei CO<sub>2</sub>-Lasern, aber immer noch sehr wenig. Bei Aluminium ist der Vorteil der kürzeren Wellenlänge zwar etwas größer, aber auch hier bringt der Einsatz optimierter Gasgemische, wie schon von Laserschweißprozessen mit CO<sub>2</sub>-Lasern bekannt, große Vorteile.

War es auch schon in der Vergangenheit bei spiegelnden Oberflächen an Edelstählen sinnvoll, mit optimierten Prozessgasen die Einkopplung zu unterstützen, um prozesssicher hohe Schweißgeschwindigkeiten zu erzielen, so ist dies nun ebenso bei Scheiben- und Faserlasern feststellbar. Unter inerten Prozessgasen ist der Tiefschweißeffekt bei Kupferlegierungen sehr schwer zu starten. Der Grund hierfür liegt im Zusammenhang folgender physikalischer Eigenschaften:

- Beweglichkeit der Elektronen im Material
- Elektrische Leitfähigkeit des Materials
- Wärmeleitfähigkeit des Materials
- Reflexionsvermögen für elektromagnetische Strahlung

Dies bedeutet, dass gute elektrische Leiter eingebrachte thermische Energie nicht nur sehr gut ableiten können, sondern auch wegen der guten Möglichkeiten, Strahlung zu reflektieren, nur einen geringen Teil davon absorbieren.

Diese Materialien sind deshalb nicht nur mit herkömmlicher Schweißtechnik, sondern eben auch mit Laserstrahlung schwierig zu schweißen. Die Naht gleicht oft wie bei anderen Schweißverfahren eher einer Naht, wie sie beim Wärmeleitungsschweißen erzielt wird. Sie ist zwar breit, aber nicht tief. Angestrebt wird aber ein Tiefschweißeffekt, da dieser Prozess sehr effizient ist, hierbei sehr wenig Wärmeenergie ins Bauteil abfließt und auch die Nahtform mit den hohen Schachtverhältnissen (Verhältnis zwischen Einschweißtiefe und Nahtbreite) am wenigsten Verzug im Bauteil generiert.

Um auf diese Weise schweißen zu können, ist es nötig, eine Dampfkapillare zu erzeugen. Hierfür muss man das Material über die Siedetemperatur erhitzen. Der abströmende Metall Dampf drückt dann eine Vertiefung – die Dampfkapillare (bzw. das sogenannte Keyhole) – in die darunter befindliche Schmelze. Wird dieser Zustand erreicht und die Dampfkapillare ist erzeugt, so steigt schlagartig der Absorptionsgrad an, da in der Kapillare der Laserstrahl quasi gefangen wird und sich die jeweils absorbierten Anteile über mehrfache Reflektion an den Wänden aufsummieren.

Da durch die Relativbewegung zwischen Laserstrahl und Werkstück der Laserstrahl im Bereich vor der Dampfkapillare immer wieder auch auf die Oberfläche des Bauteils trifft, ist es wichtig, besonders auch in diesem Bereich die Voraussetzungen für eine bestmögliche Absorption der Strahlung zu schaffen. Der Grad und die Stabilität der Absorption in diesem Bereich sind ausschlaggebend für die erreichbare Schweißgeschwindigkeit sowie für die Stabilität des Schweißprozesses.



Gefahrgutaufkleber der Gasflaschen von LASGON® S2 mit den sicherheitsrelevanten Informationen für Transport, Lagerung und Anwendung. Gerne unterstützen wir Sie bei der sicheren Handhabung des Produktes.

### Lösungsansatz

Bei der Entwicklung von LASGON® S2 war es deshalb das Ziel, die Voraussetzungen für eine maximale und stabile Absorption der Strahlung in diesem Bereich zu ermöglichen, ohne die Schweißnahtqualität zu reduzieren. Das Gemisch aus Argon, Helium und Sauerstoff erfüllt diese Aufgabe hervorragend.

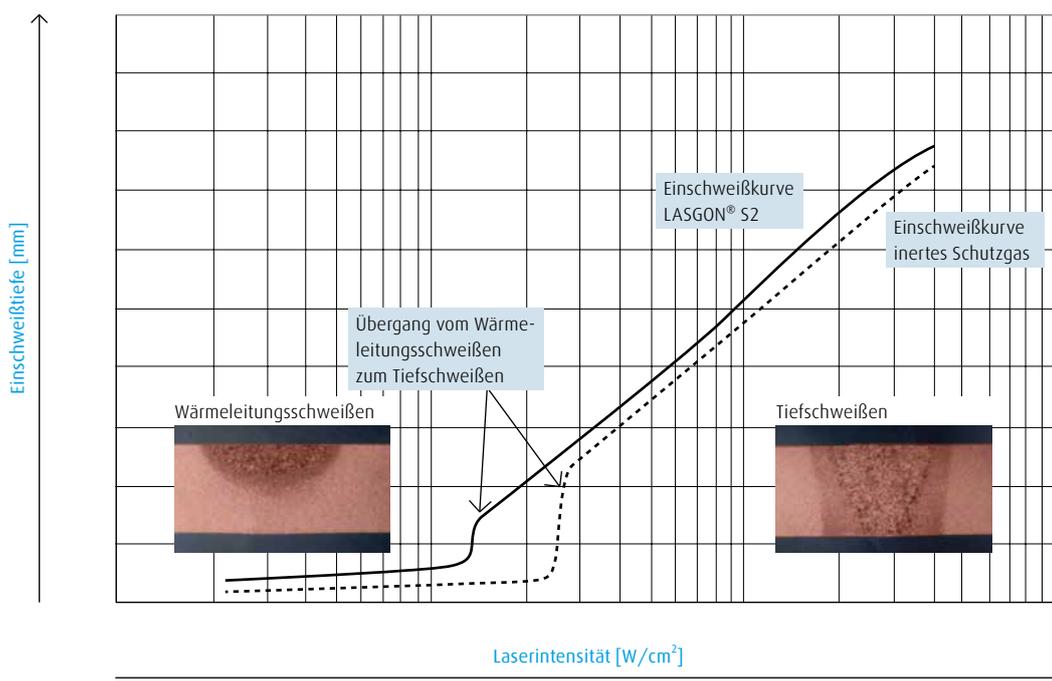
Stechend angewendet – die Düse steht dabei über der fertigen Schweißnaht und das Gas strömt in Richtung der zu schweißenden Nahtstelle – wird die Oberfläche des Bauteiles vor dem Auftreffpunkt des Lasers durch den Sauerstoffanteil von 2 % leicht oxidiert. Das entstandene Metalloxid hat als Nichtmetall eine wesentlich höhere Anfangsabsorption als blankes Metall. Das Schweißgut ist dann zwar an der Oberfläche leicht oxidiert, aber die benötigte Oxidschicht ist sehr dünn und Kupfer wie auch Aluminium bilden ja immer dünne Oxidschichten auf den Oberflächen, sodass diese nicht negativ in Erscheinung treten.

Dagegen weist der Laserschweißprozess unter LASGON® S2 aber bei Materialien wie Kupfer und Aluminium zahlreiche positive Eigenschaften auf, die das Laserschweißen dieser Materialien wesentlich erleichtern:

- Die Gefahr einer Rückreflexion von Laserstrahlung in den Laser wird reduziert.
- Bei gleichen Laserparametern sind größere Schweißgeschwindigkeiten bzw. Einschweißtiefen prozesssicher möglich.
- Bei vielen Materialien hat die dünne Oxidhaut einen stabilisierenden Effekt auf die unter inertem Gasen sehr dünnflüssige Schmelze. Schweißfehler und Spritzer werden reduziert. Die Oberfläche der Naht wird wesentlich glatter und feinschuppiger.
- Bereits beim Wärmeleitungsschweißen ist durch die bessere Absorption bei gleicher Streckenenergie die Energieeinkopplung besser und es werden größere Einschweißtiefen erzielt.
- Der Übergang zum Tiefschweißeffekt wird bereits bei niedrigeren Energiedichten bzw. Streckenenergien erreicht.
- Der Anstieg der Einschweißtiefe beim Übergang vom Wärmeleitungsschweißen zum Tiefschweißen ist geringer. Es können deshalb auch feinere Einschweißungen im Tiefschweißprozess wirtschaftlicher und bei weniger Verzug realisiert werden.

Bei geringer Oxidation der Nähte sind so unter LASGON® S2 hohe Schweißnahtqualitäten bei höchster Prozesssicherheit und Wirtschaftlichkeit erreichbar.

## Einschweißverhalten in Kupfer unter inerten Gasen bzw. leicht oxidierenden Prozessgasen wie LASGON® S2



Durch Prozessgase und die Art der Zuführung kann die Einschweißtiefe als Funktion der Laserintensität, aber auch der Laserleistung beeinflusst werden. Der Start des Tiefschweißeffektes bei niedrigeren Energiedichten vergrößert das nutzbare Parameterfeld und eröffnet zusätzliche Möglichkeiten.

In der Vergangenheit wurde manchmal auf den Einsatz von Prozessgas ganz verzichtet, da unter inertem Gasschutz und nicht geeigneten Strahlquellen kein sicherer Schweißprozess möglich ist. Die Angst vor einer Rückkopplung der Strahlung in den Resonator und Schäden an diesem war zu groß. Ohne den Einsatz von Prozessgas wird nicht ohne Einfluss von Gasen, sondern unter den normalen Umgebungsbedingungen geschweißt. Dies hat zwar den Vorteil, dass die Einkopplung durch Oxidbildung gewährleistet ist, da die Umgebungsluft ja ca. 21 % Sauerstoff enthält. Der zehnfach höhere Sauerstoffanteil führt allerdings zur Ausbildung einer wesentlich stärkeren Oxidschicht mit all ihren Nachteilen, ein Vorteil im Einkoppelverhalten gegenüber LASGON® S2 ist dagegen nicht feststellbar.

Wird auf den Einsatz von Prozessgas verzichtet, können beim Schweißen von Aluminium auch Nitride entstehen, weil in der Umgebungsluft auch Stickstoff zu 78 % enthalten ist. Westlich rauere und zerklüftete Oberflächen der Schweißnähte sind die Folge. Durch den fehlenden Schutz vor Luftfeuchtigkeit kann zudem Wasserstoff die Riss- und Porenanfälligkeit von einigen Materialien stark erhöhen. Da die Wärmeaufnahme-fähigkeit und auch die Wärmeleitfähigkeit der Umgebungsluft maßgeblich durch den Grad der Luftfeuchtigkeit bestimmt werden, der sich je nach Jahreszeit und Temperatur sehr stark ändern kann, sind die Rahmenbedingungen des Schweißprozesses ohne Prozessgas außerdem nicht stabil. Ein definierter Prozess mit definiertem Ergebnis ist deshalb ohne Prozessgas nicht durchführbar.

### Anwendungsgebiete von LASGON® S2

LASGON® S2 kann zwar auch in Verbindung mit CO<sub>2</sub>-Lasern niedriger Leistungen eingesetzt werden, ist aber für den Einsatz an Scheiben-, Faser- und Diodenlasern konzipiert, die für diese Materialien wegen der kürzeren Wellenlänge besser geeignet sind. Der Heliumanteil garantiert zwar gute thermische Eigenschaften des Gasgemisches, ist aber zu gering, um bei Hochleistungs-CO<sub>2</sub>-Lasern ein abschirmendes Plasma zu verhindern. LASGON® S2 ist sehr gut einsetzbar bei Kupfer, Buntmetallen und Aluminium. Beim Laserschweißen von reinem Gold bringt es keine Vorteile gegenüber inertem Gasen, da das edle Metall mit dem Sauerstoff nicht reagiert und demzufolge auch keine Oxidschicht bildet, welche die Einkopplung bei den edelsten Metallen verbessern könnte.

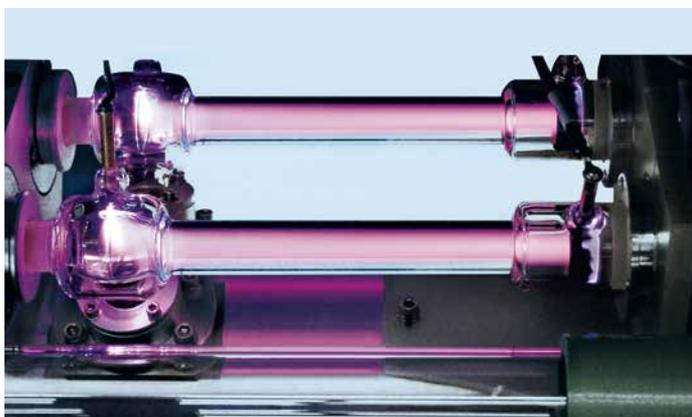
### Zusammenfassung

Das neue Prozessgas zum Laserschweißen mit dem Markennamen LASGON® S2 ist genau auf die Problematik von Materialien mit geringer Anfangsabsorption der kalten Oberfläche zugeschnitten. Dieses ermöglicht es, den Tiefschweißeffekt sicher zu starten und auch bei hohen Schweißgeschwindigkeiten aufrechtzuerhalten. Das Prozessgas ist besonders zu empfehlen bei Materialien, die eine hohe elektrische und thermische Leitfähigkeit haben. Aufgrund physikalischer Zusammenhänge ist genau bei diesen Materialien auch die Absorption gering und die Reflektionsgefahr groß. Kupfer, Aluminium, Buntmetalle, Silber und Gold sind Materialien, die deshalb besonders gefürchtet sind, da eine Reflexion der Laserstrahlung am Bauteil auch größere Schäden an Lasern verursachen kann. Bei Kupfer, Buntmetallen und Aluminium kann durch die Verwendung von LASGON® S2 der Laserschweißprozess stark vereinfacht und das Schweißergebnis wesentlich verbessert werden.

# LASERLINE®. Ein Portfolio ausgereifter Produkte für die Lasertechnik.

Wie bei den Produkten unserer Betriebsgase aus der LASERMIX®-Reihe handelt es sich auch bei unseren LASGON®-Prozessgasen für das Laserschweißen um Gasgemische aus unserer LASERLINE®-Produktfamilie. Die Produkte der LASERLINE®-Familie erfüllen die besonderen Anforderungen der Lasertechnik und werden in Kooperation mit Laserherstellern, Anlagenherstellern und Anwendern ständig weiterentwickelt. Wie bereits vor 30 Jahren mit der Einführung von Sauerstoff 3.5 (einem speziell auf die Anforderungen beim Laserbrennschneiden von Baustahl abgestimmten Schneidgas mit hoher Reinheit) begonnen, baut Linde damit auch bei Laserbetriebsgasen und Prozessgasen für das Laserschweißen die Technologieführung aus.

LASERMIX®-Betriebsgase werden nicht nur aus besonders reinen Komponenten gemischt, sondern die gefertigten Gemische sind auch hoch genau und werden mit einer hoch modernen Analytik kontrolliert und nachgewiesen. Standardgemische aus drei bis sechs verschiedenen Komponenten sind in vielen Fällen ab Lager lieferbar. Individuelle Gemische mit sehr kleinen oder auch ungewöhnlichen Bestandteilen wie zum Beispiel Kohlendioxid-Isotopen zur Erzeugung ganz spezieller Wellenlängen sind ebenfalls verfügbar. Natürlich wird auch bei der Auswahl der Flaschenmaterialien höchster Wert auf die Kompatibilität mit dem enthaltenen Produkt gelegt. Auf Wunsch sind auch Gebinde speziell für Anwendungen im Reinraum lieferbar.



In den Resonatoren von CO<sub>2</sub>-Lasern sorgen hochwertige LASERMIX®-Betriebsgase für eine effiziente Umsetzung der elektrischen Energie in Laserstrahlung.

Das LASERLINE®-Paket enthält nicht nur Gase speziell für die Lasertechnik, sondern auch die in der Lasermaterialbearbeitung benötigte Versorgungstechnik. Die Komponenten erfüllen die hohen Anforderungen der jeweiligen Anwendung und stellen sicher, dass die Gase in der nötigen Qualität und Menge zur Verfügung stehen. Die verschiedenen Anwendungen der Gase in der Lasermaterialbearbeitung stellen ganz unterschiedliche Ansprüche an die Druckminderer, die Rohre und deren Verbindungstechnik. Die richtige Auswahl und Installation garantiert hohe Laserleistungen und geringe Wartungskosten, lange Standzeiten der Linsen und kurze Bearbeitungszeiten der Werkstücke, kurze Amortisationszeiten der Investitionen und ein langes, sicheres Arbeiten der wertvollen Anlagen.

Die durch zahlreiche Patente geschützten LASGON®-Prozessgase werden im Haus Linde entwickelt und dabei gezielt an bestimmte Aufgabenstellungen beim Laserschweißen angepasst. Sie werden für die jeweiligen Strahlquellen, Laserleistungen und/oder Materialien optimiert und bieten somit die Möglichkeit, die Effizienz und die Stabilität des Verfahrens sowie die Qualität der Schweißung zu erhöhen. Hierbei kann unter anderem Verlustenergie dem Prozess erneut zugeführt, die Einkopplung der Laserstrahlung ins Bauteil erleichtert und stabilisiert, die Viskosität und Oberflächenspannung der Schmelze eingestellt oder die Vermeidung von Oxiden vereinfacht werden.



LASERLINE®-Gasversorgungshardware garantiert einen störungsfreien Betrieb des Lasers.

# Die Produkte der LASGON®-Familie im Überblick.

## LASGON® C1

LASGON® C1 ist ein Prozessgas für Hochleistungs-CO<sub>2</sub>-Laser. Dank seiner herausragenden Eigenschaften beim Laserschweißen von niedriglegiertem, verzinktem oder auch aluminiumbeschichtetem Material ist es heute aus der Fertigung von Getriebekomponenten, Stoßdämpfern, Wellen, Rohren, Profilen, Karosserieteilen, Heizkörpern usw. nicht mehr wegzudenken. Trotz des hohen Aktivgasanteils wird es sogar bei Edelstählen sehr erfolgreich eingesetzt. Die Besonderheiten des Laserschweißprozesses ermöglichen es hierbei, LASGON® C1 so einzusetzen, dass die Vorteile der aktiven Komponente genutzt werden können, ohne die in der herkömmlichen Schweißtechnik damit auftretenden Nachteile in Kauf nehmen zu müssen. Im Gegensatz zu Helium und Argon kann mit LASGON® C1 dem „Plasma“ die enthaltene Energie entzogen und für die Schweißnaht genutzt werden. Eine Plasmaabschirmung wird dadurch verhindert und gleichzeitig sorgt die zusätzliche thermische Energie im Schmelzbad für zahlreiche Verbesserungen. So wird unter anderem häufig die Porenbildung und der Verzug reduziert, die Einschweißtiefe bzw. die Schweißgeschwindigkeit erhöht und der gesamte Prozess stabilisiert.

## LASGON® H

LASGON® H-Gase gibt es in verschiedenen Zusammensetzungen – sowohl für CO<sub>2</sub>-Laser als auch für Festkörperlaser. Diese Gase sind vor allem für das oxidfreie Laserschweißen von Edelstählen geeignet und erleichtern es, jegliche Oxidation der Schweißnähte zu vermeiden. Die großen Vorteile zeigen sich vor allem beim Schweißen mit Robotern an dreidimensionalen Teilen. Die Dichte des neuen Gasgemischs LASGON® H2, aber auch die von LASGON® H3, ist gleich der Dichte der Umgebungsluft, weshalb es die Richtung im Raum beibehält, wenn es aus der Prozessgasdüse strömt. So schützt es die Schmelze nicht nur in der Wannenlage, sondern in jeder beliebigen Lage im Raum. Besonders die Hersteller von sogenannter „Weißer Ware“ (also Geschirrspülern, Waschmaschinen usw.) können dank LASGON® H auf Nacharbeit zum Entfernen von Oxiden auf den Schweißnähten verzichten.

## LASGON® C2

LASGON® C2 ist das ideale Prozessgas zum Laserschweißen von Edelstählen. Je nach Art der Gaszuführung können verschiedene Probleme, die beim Laserschweißen dieser Materialien auftreten, reduziert oder auch ganz verhindert werden. Meist kann man schneller als unter inerten Gasen schweißen, da eine Sekundärnutzung der Prozessenergie ermöglicht wird. Über verschiedene Mechanismen können Poren reduziert oder ganz verhindert werden. Bei einer Vielzahl von Materialien kann die Gefügestruktur hin zu kleineren Körnern modifiziert werden. Die Festigkeiten und Korrosionseigenschaften können damit verbessert werden.

## LASGON® S3

Das „hyperaktive“ Prozessgas macht den Festkörperlaser zur Hochleistungsmaschine. Es ermöglicht dem Anwender die höchsten Schweißgeschwindigkeiten und/oder Einschweißiefen mit seiner Strahlquelle. Das Vier-Komponenten-Gas ist mit seinen hohen Anteilen an Kohlendioxid und Sauerstoff vor allem für un- bzw. niedriglegierte Stähle, Baustähle sowie verzinkte Bleche vorgesehen. Durch die mit LASGON® S3 möglichen Steigerungen der Prozesseffizienz kann der Anwender ein Vielfaches der Gaskosten erwirtschaften.

## Anwendungstechnische Unterstützung

Um alle Vorteile der LASGON®-Produktfamilie optimal nutzen zu können, empfehlen wir dem Anwender, sich vor dem Einsatz der Gase eingehend durch die Spezialisten der Linde AG beraten zu lassen. Wie alle anderen Gase auch können die Prozessgase der LASGON®-Familie ihre Aufgabe nur dann optimal erfüllen, wenn sie dem Prozess richtig zugeführt werden. Deshalb muss die Art der Gaszuführung passend zur Aufgabenstellung ausgewählt und oft auch den physikalischen Eigenschaften des verwendeten Prozessgases angepasst werden.

Selbst die Zuführung des Gases zum Schweißkopf verlangt einiges an Erfahrung. Es ist einerseits wichtig, dass es zum Start des Schweißvorganges schon in ausreichender Menge vorhanden ist, aber es darf sich andererseits auch kein starker Druckstoß abbauen, wenn das Ventil geöffnet wird. Es ist wichtig, dass Gasmesstechnik eingebaut ist, um den Laserschweißprozess reproduzierbar einstellen zu können. Um realistische Messwerte zu erhalten, müssen die Messgeräte aber auch passend zur Gasart und häufig auch zum Gasdruck in der Leitung ausgewählt und eingebaut werden.

Es erfordert jahrelange Erfahrung, um solche Systeme auszulegen und einen unzureichenden Laserschweißprozess anhand des Fehlerbildes zu analysieren und die Fehler zu eliminieren. Linde verfügt hier nicht nur über die Erfahrung aus Jahrzehnten, sondern auch über die nötigen Geräte, um auch Ihren Laserschweißprozess zu optimieren. Firmen, in denen der Laserschweißprozess gemeinsam untersucht und verbessert wurde, schätzen nicht nur die Verbesserungen am Laserschweißprozess, sondern ebenso die hierbei gemachten Erfahrungen und die erweiterten Kenntnisse ihrer Mitarbeiter.

# Innovative und nachhaltige Lösungen

Linde ist ein weltweit führendes Industriegase- und Engineering-Unternehmen mit über 140 Jahren Erfahrung und technischem Know-how. Gase von Linde werden in fast allen Ländern der Welt und in einer Vielzahl von Endmärkten eingesetzt, vor allem in den Bereichen Chemie & Raffinerien, Lebensmittel, Elektronik, Gesundheitswesen, Fertigung und Primärmetalle.

Das Sortiment reicht von lebensrettendem Sauerstoff für Krankenhäuser über hochreine Spezialgase für die Elektronikfertigung bis hin zu Wasserstoff für saubere Kraftstoffe. Die Optimierung unserer Prozesse und unseres Portfolios durch kontinuierliche Verbesserung sind für uns wesentliche Bestandteile unseres Handelns.

Wir leben unsere Mission, unsere Welt jeden Tag produktiver zu machen, indem wir hochwertige Lösungen, Technologien und Dienstleistungen anbieten, die unsere Kunden erfolgreicher machen. Wir streben danach, diesen wirtschaftlichen Erfolg mit Umweltschutz, Sicherheit und sozialer Verantwortung zu verknüpfen.

Nachhaltigkeit dient zunehmend als Ausgangspunkt für neue Geschäftsmöglichkeiten.

Deshalb werden Nachhaltigkeit und Innovation zu wesentlichen Treibern für Wirtschaftswachstum.

Wer im Wettbewerb von morgen mithalten will, braucht einen Partner an seiner Seite, für den höchste Qualität, Prozessoptimierung und gesteigerte Produktivität zum Tagesgeschäft gehören. Unter Partnerschaft verstehen wir jedoch nicht nur, für Sie da zu sein, sondern vor allem auch mit Ihnen – Seite an Seite – zu agieren. Denn gemeinsame Aktivitäten bilden den Kern des nachhaltigen Erfolgs.

Linde – making our world more productive

## Für Sie einheitlich erreichbar – bundesweit in Ihrer Nähe

Ihr Kundenservice in Deutschland

Telefon 0800 0530 530 0

E-Mail [kundenbetreuungszentrum.de@linde.com](mailto:kundenbetreuungszentrum.de@linde.com)

Linde GmbH

Gases Division, Seitnerstraße 70, 82049 Pullach, Deutschland

Telefon +49 89 7446-0, [www.linde-gas.de](http://www.linde-gas.de)

Linde ist ein Firmenname, der von Linde plc und den mit ihr verbundenen Unternehmen verwendet wird. Das Linde Logo, das Wort Linde, LASGON, LASERLINE und LASERMIX sind Marken oder registrierte Marken der Linde plc oder der mit ihr verbundenen Unternehmen. Copyright © 2017-2021. Linde plc.