

Leistung durch Innovation und Kompetenz.

Die Linde Schweißschutzgase.



Inhalt.

Unsere Technologie sichert Wettbewerbsfähigkeit. Innovationen von Linde Gas	3
Die zwei Produktlinien – COMPETENCE LINE™ und PERFORMANCE LINE™	4
Die Linde Schweißschutzgase im Überblick	6
Vielschichtige Eigenschaften für den gezielten Einsatz	8
CORGON®: MAG-Schweißen von Baustahl	10
CRONIGON®: MAG-Schweißen von nichtrostenden Stählen	12
VARIGON®: MIG-Schweißen von Aluminiumlegierungen	14
Schutzgase zum Lichtbogenlöten	16
VARIGON®: WIG-Schweißen	18
VARIGON®: Plasmaschweißen	20
Schutzgase für das Laser- und Laserhybridschweißen	21
Gase zum Formieren	22
Schutzgase für Sonderwerkstoffe	24
Schutzgaskomponenten verbessern, Leistungsbilanz Schweißlichtbogen	26
Performance in der schweißtechnischen Fertigung	28
Die wirtschaftliche Gaseversorgung	30
Informationen und Dienstleistungen von Linde Gas	31

CORGON®, CRONIGON®, LASGON®, LINFASST®, LIPROTECT® und VARIGON® sind registrierte Marken der Linde Gruppe.

Nicrofer® ist eine registrierte Marke von ThyssenKrupp VDM.

Unsere Technologie sichert Wettbewerbsfähigkeit. Innovationen von Linde Gas.



Als Teil der global operierenden Linde Group, die in ihren beiden Unternehmensbereichen Gas und Engineering sowie Material Handling jeweils führende Marktpositionen besetzt, fühlen wir uns bei Linde Gas dem Leading-Anspruch verpflichtet. Wie eine Kompassnadel für Orientierung sorgt, so richtet das Leitmotiv unserer Unternehmenskultur das Handeln aller in eine Richtung aus: „best in class“ zu sein.

Dieser Anspruch drückt sich zum einen durch Innovationen auf der Produktebene aus, zum anderen ist es das Engagement unserer Mitarbeiter von der Produktion bis zum Service, durch das wir mehr als 1,5 Millionen Kunden weltweit tagtäglich überzeugen können. Die erfolgreiche Verbindung von hervorragender Ingenieursleistung und marktorientiertem Unternehmertum macht uns stark für unseren Auftritt in einem globalisierten Wettbewerb.

Die Veränderung ist eine der wenigen Gewissheiten, die Wirtschaft, Märkte und unternehmerisches Handeln heute prägen. Alles ist in Bewegung, und dies mit zunehmender Geschwin-

digkeit. Die explosionsartig wachsende Vielfalt moderner Werkstoffe zum Schweißen, die rasante Entwicklung im Elektronikbereich und ein gewachsenes Bewusstsein für die Arbeitssicherheit stellen auch neue Anforderungen an die Schweißschutzgase. Gelungene Beispiele unserer Entwicklungsarbeit sind in diesem Zusammenhang die Lichtbogenstabilisierung durch aktive Dotierungen im Schutzgas beim Aluminiumschweißen sowie das produktive MAG-Schweißen von Ni-Basis-Werkstoffen.

Als führender Technologieanbieter tragen wir eine besondere Verantwortung gegenüber unseren Kunden. Dabei stehen wir ganz in der Tradition unseres Firmengründers Carl von Linde, für den Weiterentwicklung Prinzip und Lebensmotto war.

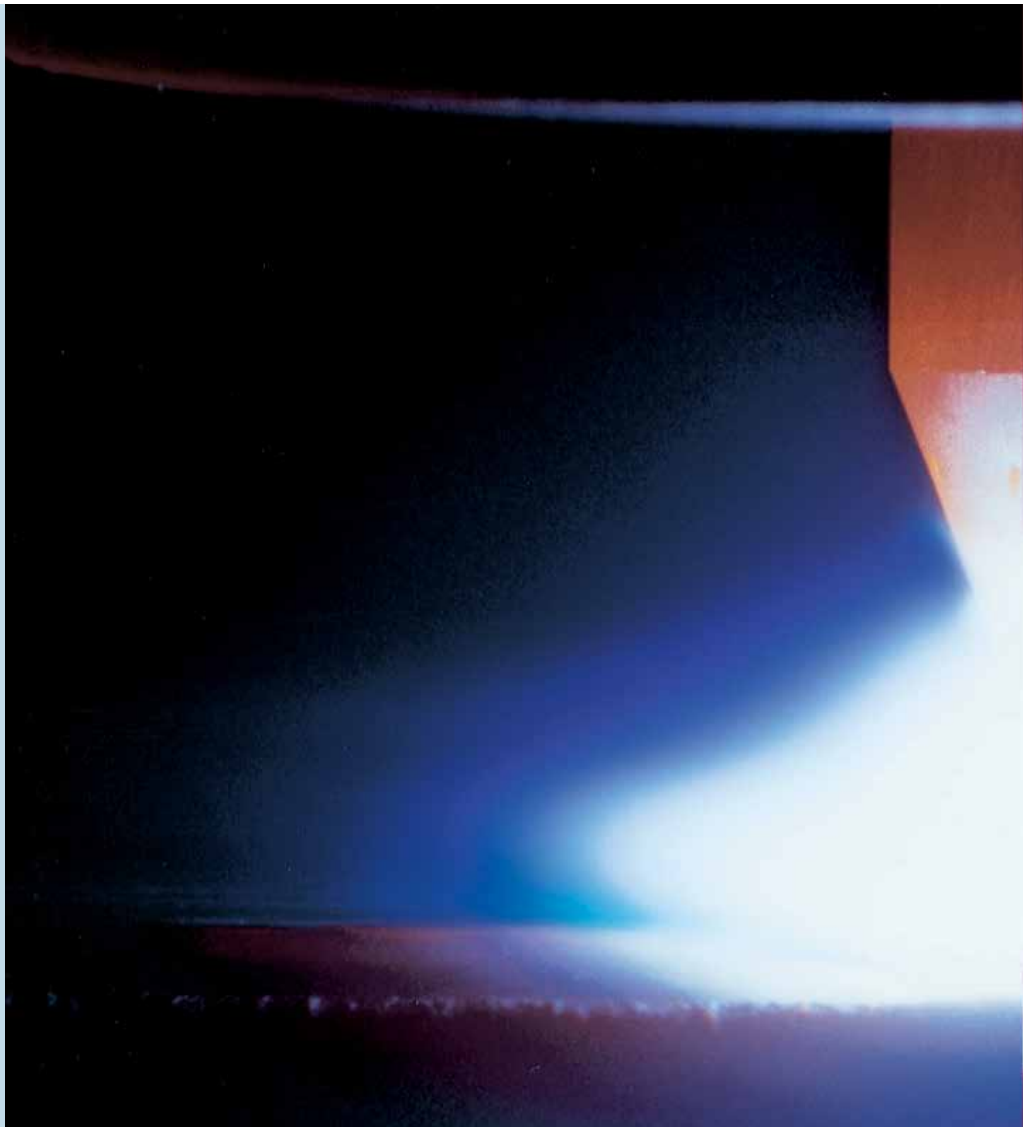
Unser Potenzial liegt im jahrzehntelang gewachsenen Know-how, das sich im engen Austausch mit unseren Kunden kontinuierlich in konkreten Produktinnovationen niederschlägt. Nutzen Sie diese Kompetenz, um Ihrerseits in neue Märkte, Produkte und Menschen zu investieren. Die Arbeit an Innovationen ist unser Tagesgeschäft. Aber alles andere als alltäglich.

Ein vielseitiges Werkzeug im Prozess der Wertschöpfung. Die zwei Produktlinien – COMPETENCE LINE™ und PERFORMANCE LINE™.

Linde COMPETENCE LINE™

Bewährte Gase und Gasgemische, auf höchstem qualitativem Niveau und von ausgezeichnetem Linde Service unterstützt. In dieser Linie finden Sie unsere Allrounder wie CORGON® 18, CRONIGON® 2 oder Argon. Produkte, die aus dem schweißtechnischen Alltag nicht mehr wegzudenken sind und zu den meistgekauften Gasprodukten der Welt gehören. Aber auch einige jüngere Entwicklungen, wie zum Beispiel VARIGON® N2, ein WIG-Prozessgas mit metallurgischem Einfluss für Duplexstahl-Anwendungen, sind hier vertreten. Oder das mit Sauerstoff dotierte VARIGON® S, speziell entwickelt für Aluminium.

- Zuverlässigkeit
- Qualität
- Vielseitigkeit
- Benutzerfreundlichkeit

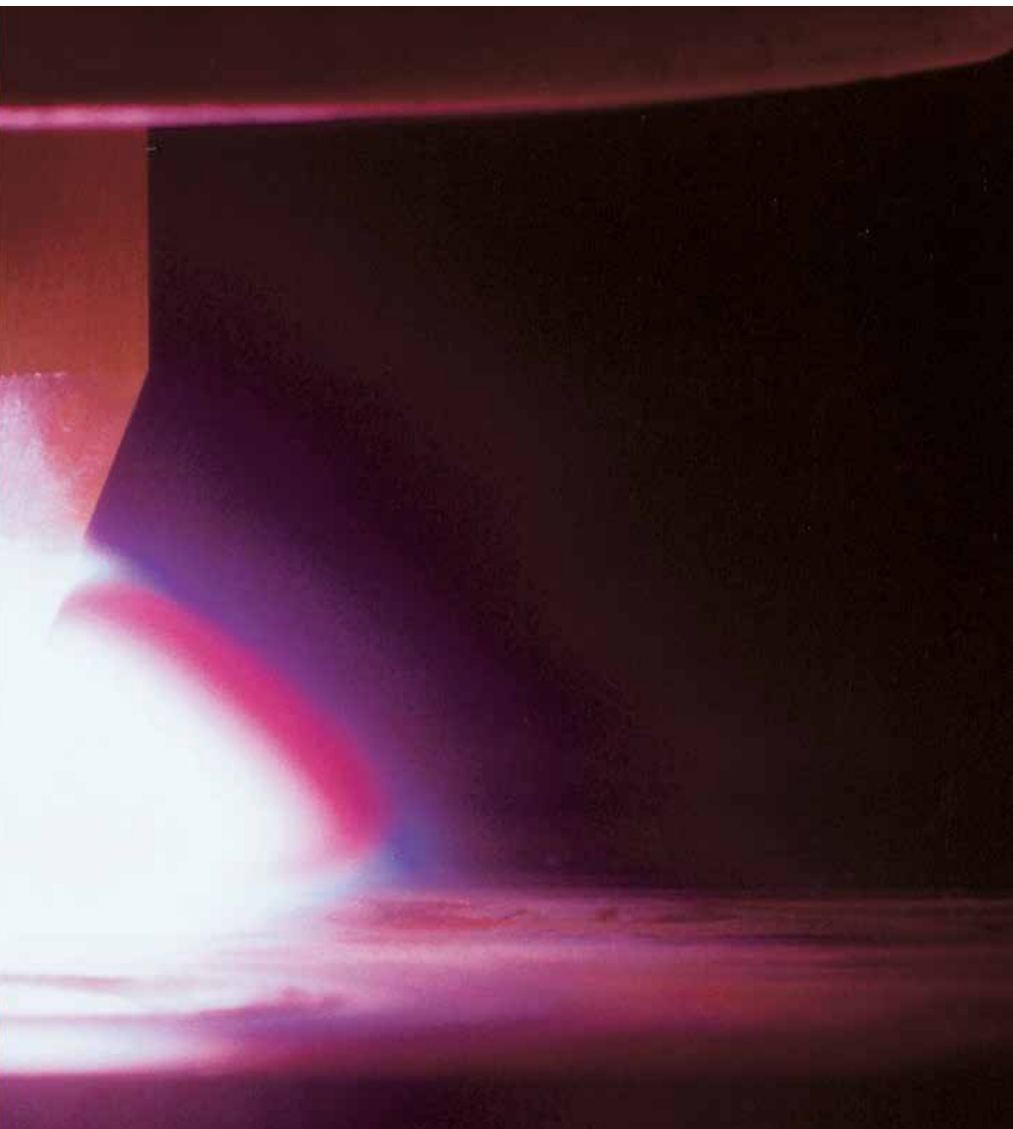


Die technisch beste und gleichzeitig wirtschaftlichste Schweißnaht kann nur erreicht werden, wenn alle am Prozess Beteiligten ihr Bestes geben: Werkstoff, Gerätetechnik, Prozessgas und das schweißtechnische Wissen. Dies erfordert ein Umdenken bei der Einstufung unseres Produktes Gas: Wer das Schutzgas nur als „schweißtechnischen Hilfsstoff“ zum Schutz der Schmelze betrachtet, vergeblich wertvolle Chancen, weil unsere Gase wesentlich mehr leisten.

- Physikalische Beeinflussung des Lichtbogens – elektrisch und thermisch
- Bestimmen die Viskosität und Oberflächenspannung – sowohl des Tropfens als auch der Schmelze
- Regeln das Benetzungsverhalten
- Steuern Einbrand, Nahtgeometrie und Nahtoberfläche
- Reagieren – gezielt, auf Wunsch – metallurgisch mit Zusatz und Schmelze
- Beeinflussen Strahlung, Wärmetransfer und Wirkungsgrad des Lichtbogens
- Bestimmen Werkstoffübergang und Energieverteilung im Lichtbogen
- Beeinflussen bestimmte Schadstoffemissionen

Nur das gezielte Einsetzen dieser Eigenschaften macht aus dem Hilfsstoff Gas ein optimierendes Werkzeug, mit dem das Potenzial eines Schweißprozesses voll ausgeschöpft werden kann. Unser Wissen, wie dieses Werkzeug funktioniert, bieten wir unseren Kunden als aktiven Beitrag zur Wertschöpfung in ihrer Produktion an.

Es war und ist der Auftrag unserer Kunden an uns, auf die wachsenden Anforderungen in der Schweißtechnik mit spezialisierten Lösungen zu antworten. Der Fortschritt in der Gerätetechnik und der Werkstoffkunde, neue Messtechniken und Simulationsmöglichkeiten fordern die voraussehende Entwicklung innovativer Gasprodukte. Wertvolle Spezialwerkstoffe verlangen nach maßgeschneiderten Lösungen – manchmal sogar auf molekularer Ebene. Ähnlich wie im Falle der Werkstoffe und Fügeprozesse ist auch bei den Gasen eher mit einer Diversifikation zu rechnen. Für eine bessere Produkttransparenz und zur Erleichterung der Auswahlentscheidung bieten wir zukünftig unsere Produkte in zwei Linien an. Für alle möglichen Werkstoff-Prozess-Kombinationen gibt es Schweißschutzgase in beiden Linien.

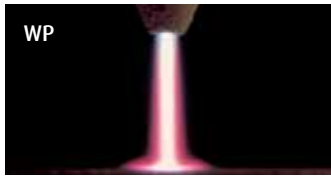


Linde PERFORMANCE LINE™

Hochproduktive Spezialisten mit Beimischungen von Helium oder Wasserstoff. Diese zwei Komponenten verbessern den Wirkungsgrad des Lichtbogens, die Wärmeübertragung vom Lichtbogen zur Fugestelle wird effizienter, dadurch sind höhere Schweißgeschwindigkeiten möglich. Sind „nur“ qualitative Optimierungen gefragt, kann Helium oder Wasserstoff gezielt eingesetzt werden, auch ohne die Schweißgeschwindigkeit zu erhöhen. So kann zum Beispiel Helium als Zumischkomponente bei vielen Roboter-Anwendungen eingesetzt werden, um Bauteiltoleranzen besser auszugleichen. Der breiter wirkende Lichtbogen gewährleistet eine bessere Flankenbenetzung und verringert die Bindefehlergefahr.

- Mehr Leistung
- Verbesserte Qualität
- Spezialisierung
- Kundenspezifisch

Die optimale Lösung für jede Art von Anwendung. Die Linde Schweißschutzgase im Überblick.



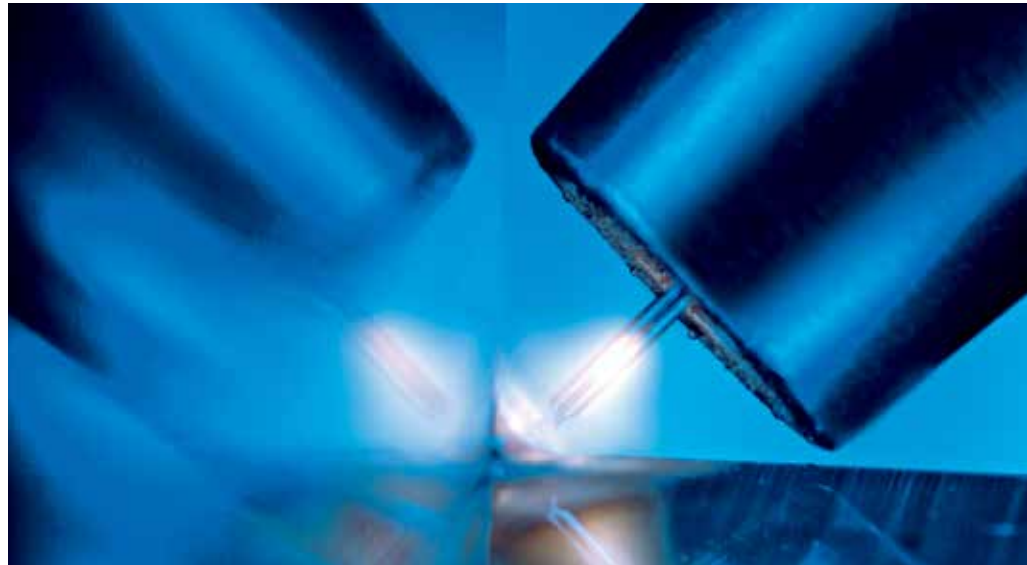
Prozess	Werkstoffgruppe	COMPETENCE LINE™	PERFORMANCE LINE™
MAG Metall-Aktiv-Gas	Unlegierte Stähle Feinkornbaustähle, Druckbehälter- und Rohr Stahl, warm- oder kaltgewalzte Stähle etc.	CORGON® 10 CORGON® 18 CORGON® S8 CORGON® 5S4 CORGON® 13S4 Kohlendioxid	CORGON® 10He30
	Nichtrostende Stähle Korrosionsbeständige, hitzebeständige, warm- feste, Duplexstähle etc.	CRONIGON® 2	CRONIGON® 2He20 CRONIGON® 2He50
	Ni-Basis-Werkstoffe	Argon (MIG-Prozess)	CRONIGON® Ni Reihe
MIG Metall-Inert-Gas	Aluminium, Kupfer, Nickel und deren Legierungen	Argon VARIGON® S	VARIGON® He Reihe VARIGON® HeS Reihe
MSG-Löten Metall-Schutzgaslöten	Beschichtete und unbeschichtete Fein- bleche, nichtrostende ferritische Stähle	Argon CRONIGON® 2	VARIGON® He Reihe VARIGON® HeS Reihe
WIG Wolfram-Inert-Gas	Alle schmelzschweiß- baren Metalle, alle un- legierten und legierten Stähle NE-Metalle	Argon	VARIGON® He15 VARIGON® He50 VARIGON® He70 Helium
	Aluminium und seine Legierungen	Argon VARIGON® S	VARIGON® He Reihe VARIGON® HeS Reihe
	Austenitische nicht- rostende Stähle, Ni-Basis-Legierungen	Argon	VARIGON® H2 VARIGON® H6 - H15 VARIGON® He15
	Duplex- und Superduplexstähle	Argon VARIGON® N Reihe	
	Vollaustenitische Stähle	Argon VARIGON® N Reihe	VARIGON® N2H1
WP Wolfram-Plasma	Alle schmelzschweiß- baren Metalle	Argon	VARIGON® He Reihe VARIGON® H Reihe
Wurzelschutz	Alle Werkstoffe, bei denen wurzelseitig Oxidation vermieden werden muss	Argon Stickstoff VARIGON® N Reihe	Formiergas: 5-30 % H ₂ in N ₂ VARIGON® H Reihe Sicherheitshinweise der Fachliteratur beachten!
Laser Fügetechnologien	Alle schmelzschweiß- baren Metalle	Argon	Spezialisierte Gemische LASGON® Reihe Helium
Lichtbogen- bolzenschweißen	Stahl Aluminium	CORGON® 18 Argon	CORGON® 10He30 VARIGON® He30S

Linde Produktname	EN439 (veraltet!)	ISO 14175:2008	CO ₂ Vol.-%	O ₂ Vol.-%	N ₂ Vol.-%	NO Vol.-%	He Vol.-%	H ₂ Vol.-%	Ar Vol.-%
Argon (Ar)	I1	I1							100
Helium (He)	I2	I2					100		
Kohlendioxid (CO ₂)	C1	C1	100						
CORGON® 10	M21	M20 - ArC - 10	10						Rest
CORGON® 18	M21	M21 - ArC - 18	18						Rest
CORGON® 5 S 4	M23	M23 - ArCO - 5/4	5	4					Rest
CORGON® 13 S 4	M24	M25 - ArCO - 13/4	13	4					Rest
CORGON® S 8	M22	M22 - ArO - 8		8					Rest
CORGON® 10 He 30	M21 (1)	M20 - ArHeC - 30/10	10				30		Rest
CRONIGON® 2	M12	M12 - ArC - 2,5	2,5						Rest
CRONIGON® 2 He 20	M12 (1)	M12 - ArHeC - 20/2	2				20		Rest
CRONIGON® 2 He 50	M12 (2)	M12 - ArHeC - 50/2	2				50		Rest
CRONIGON® Ni 10	M11 (1)	Z - ArHeHC - 30/2/0,05	0,05				30	2	Rest
CRONIGON® Ni 20	M12 (1)	Z - ArHeC - 50/0,05	0,05				50		Rest
CRONIGON® Ni 30	S M12 (1) + 5N ₂	Z - ArHeNC - 5/5/0,05	0,05		5		5		Rest
VARIGON® N 2	S I1 + 2N ₂	N2 - ArN - 2			2				Rest
VARIGON® N 2 H 1	S R1 + 2N ₂	N4 - ArNH - 2/1			2			1	Rest
VARIGON® He 15	I3	I3 - ArHe - 15					15		Rest
VARIGON® He 50	I3	I3 - ArHe - 50					50		Rest
VARIGON® He 70	I3	I3 - HeAr - 30					70		Rest
VARIGON® He 30 S	M13 (1)	Z - ArHeO - 30/0,03		0,03			30		Rest
VARIGON® S	M13	Z - ArO - 0,03		0,03					Rest
VARIGON® H 2 ¹⁾	R1	R1 - ArH - 2						2	Rest
VARIGON® H 6 - 15 ¹⁾	R1	R1 - ArH - 6..15						6 - 15	Rest
VARIGON® H 20 ¹⁾	R1	R1 - ArH - 20						20	Rest
VARIGON® H 35 ¹⁾	R1	R1 - ArH - 35						35	Rest
Formiergas 5 - 30 H ₂ in N ₂ ¹⁾	F2	N5 - NH - 5..30			Rest			5 - 30	
Stickstoff (N ₂) ²⁾	F1	N1			100				

- Hinweise:**
- Neben den oben genannten Standard-Schutzgasen können auch andere technisch herstellbare Gasgemische für kundenspezifische Anwendungen geliefert werden.
 - Alle hier angeführten Gase/Gasarten sind mit einem Ventil/Gewindeanschluss W 21,8 x 1/14 ausgestattet, ausgenommen die mit ¹⁾ gekennzeichneten Gasarten, diese haben Gewindeanschluss W 21,8 x 1/14 LH, die mit ²⁾ gekennzeichneten Gasarten haben Gewindeanschluss W 24,32 x 1/14.

Die Fähigkeiten unserer Gase wachsen mit Ihren Anforderungen. Vielschichtige Eigenschaften für den gezielten Einsatz.

Sauerstoffdotierung in der VARIGON® HeS Serie erleichtert beim MIG-AC-Schweißen die Elektronenemission an der Kathode, hier die negativ gepolte Drahtelektrode.



Voraussetzung für den gezielten und erfolgreichen Einsatz von Prozessgasen in der schweißtechnischen Fertigung ist das Fachwissen über die „inneren Werte“ der Gas-komponenten und deren Zusammenspiel in spezialisierten Mischungen. Der Schweißlichtbogen selbst, ein sehr effizientes, aber auch komplexes Werkzeug, besteht zum großen Teil aus ionisiertem Gas und Metaldampf, in unterschiedlichen Anteilen. Dadurch wirken die physikalischen Gaseigenschaften unmittelbar und schnell auf den Lichtbogen ein. Darüber hinaus kommen die Prozessgase in Berührung mit dem heißen Werkstoff, ein reaktionsfreudiger Bereich, in dem zusätzlich die chemischen und metallurgischen Wirkungen der Gase wichtig sind. Nachfolgende Kriterien sind beispielhaft und haben keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Dissoziations- und Ionisationsenergie

Bei den einatomigen Edelgasen Ar und He erfolgt die Ionisation direkt. Zwei- oder mehratomige Gase wie H₂ oder CO₂ müssen im Lichtbogen zuerst unter zusätzlichem Energieaufwand dissoziiert werden. Je weniger Energie für all diese Vorgänge benötigt wird, desto leichter kann der Lichtbogen gezündet werden. Sind vergleichsweise schwer ionisierbare Komponenten wie z. B. He oder CO₂ vorhanden, muss die Schweißspannung entsprechend angehoben werden. Diese zusätzlich eingebrachte elektrische Energie wird aber in Form von Rekombinationsenergie wieder abgegeben; dadurch kann der Wärmeeintrag verbessert und die Schweißgeschwindigkeit erhöht werden.

Wärmeleitfähigkeit

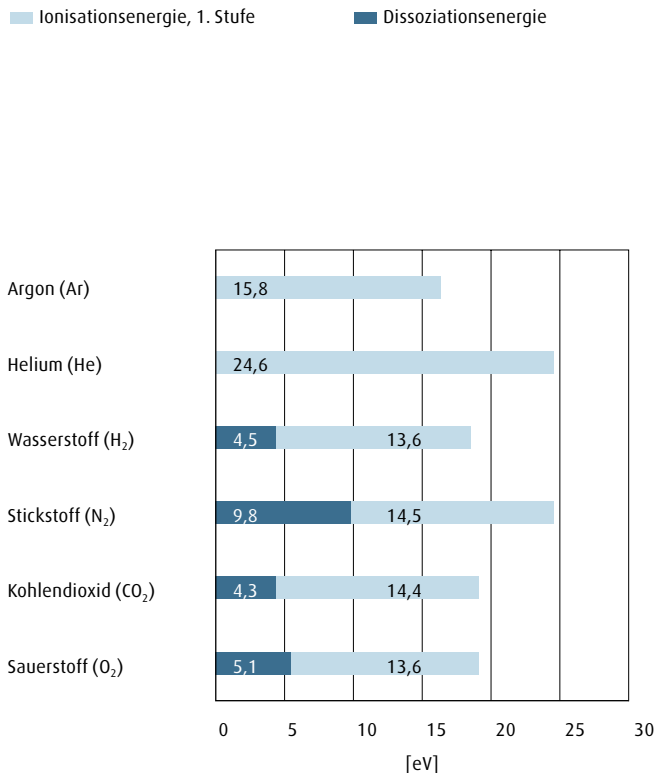
Ein Teil der Lichtbogenwärme wird durch den Plasma- bzw Gasstrom zum Werkstück transportiert. Besonders bei hohen Temperaturen ragen He und H₂ hervor, zwei Komponenten, die somit den Wirkungsgrad des Prozesses verbessern können. Eine gute Wärmeleitfähigkeit beeinflusst positiv Nahtform, Benetzung, Schmelzbadentgasung und, nicht zuletzt, die mögliche Schweißgeschwindigkeit.

Chemische Reaktivität und metallurgischer Einfluss

CO₂ und O₂ sind aktive, oxidierende Gase. Besonders bei hohen Temperaturen bilden sie mit den beteiligten Werkstoffen sehr schnell Oxide. Metallische Oxide können in entsprechender Dosierung einen wichtigen Beitrag zur Lichtbogenstabilität leisten, dieses Phänomen wird z. B. bei den spezialisierten Gasen der VARIGON® HeS und CRONIGON® Ni Serie ausgenutzt. Bei höheren Anteilen von aktiven Gasen im Prozentbereich, wie z. B. beim MAG-Schweißen von Baustahl, erzeugt die heftigere Oxidation zusätzliche Wärme. Das Ergebnis der Oxidation, auch „Schlacke“ oder „Silikate“ genannt, findet sich hier oft auf der Nahtoberfläche. O₂ als Schutzgaskomponente wirkt stärker oxidierend als die gleiche Menge CO₂. Wenn Qualitätsverbesserungen eine Reduzierung dieser Ablagerungen verlangen, kann der Aktivgas-Anteil in den CORGON®/CRONIGON® Reihen verringert werden, aber nur wenn die Anforderungen an Einbrand und Porenanzahl berücksichtigt werden. Bei höheren CO₂-Gehalten ist die werkstoffabhängige Möglichkeit eines Kohlenstoffzu-brandes zu berücksichtigen.

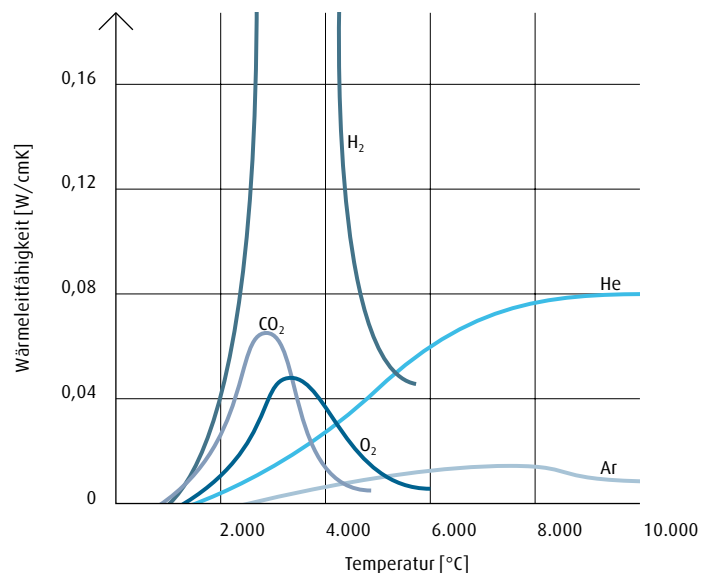
Dissoziations- und Ionisationsenergie der Gaskomponenten

Kenngroße für das Zündverhalten, die Schweißspannung und die Lichtbogenenergie



Wärmeleitfähigkeit der Gase

Die unterschiedliche Wärmeleitfähigkeit unterschiedlicher Gase bestimmt den Wärmetransfer vom Lichtbogen zum Grundwerkstoff: Helium und Wasserstoff ragen heraus



N₂ gilt als reaktionsträge, dh. je nach Werkstoff und Prozessbedingungen können Reaktionen stattfinden. Als positives Beispiel gilt hier sicherlich die austenitfördernde Wirkung der VARIGON® N Gase beim WIG-Schweißen von vollaustenitischen Werkstoffen oder Duplexstählen. Schädlich ist die porenbildende oder versprödennde Wirkung von N₂ beim MAG-Schweißen von Stahl.

H₂ ist beim Lichtbogenschweißen besonders als reduzierende Komponente einzigartig. Dieser Vorteil wird z. B. beim WIG-/WP-Schweißen und Formieren von austenitischen nichtrostenden Stählen mit VARIGON® H Gasen genutzt, also da, wo es gilt die Oxidation besonders wertvoller und empfindlicher Werkstoffe zu vermeiden. Beim WIG-/WP-Schweißen ermöglichen die VARIGON® H Gase aufgrund ihrer überlegenen Wärmeleitfähigkeit und zusätzlichen Rekombinationsenergie wesentlich höhere Schweißgeschwindigkeiten als Argon. Leider können diese durchaus positiven Eigenschaften nicht beim Schweißen aller metallischen Werkstoffe genutzt werden. H₂ führt z. B. bei Aluminium zu Poren und bei ferritischen Stählen zu Rissen. Die Werkstoffverträglichkeit von H₂ muss daher grundsätzlich geprüft werden.

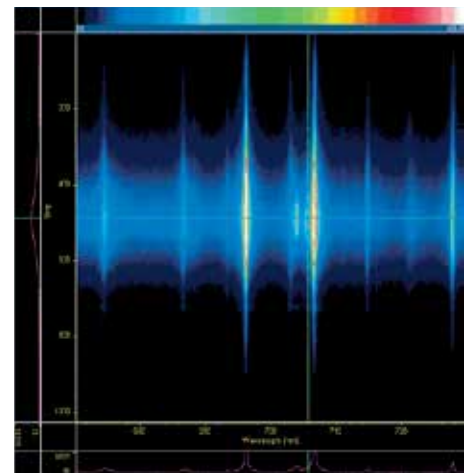
Ar und He sind die inerten Edelgase in der Schweißtechnik. Sie reagieren mit keinem Werkstoff und können somit für alle schmelzschweißgeeigneten Metalle eingesetzt werden.

Andere relevante Eigenschaften

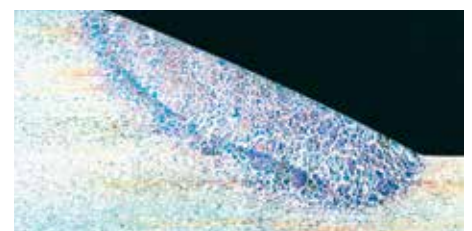
- Relative Dichte: beeinflusst positionsabhängige Wirksamkeit des Gasschutzes
- Wärmeübergangskoeffizient: He kann die transportierte Wärme wesentlich besser auf eine metallische Oberfläche übertragen als Ar

Reinheitsgrade und Mischgenauigkeiten

Schweißschutzgase sind in der EN 439 bzw. ISO 14175 genormt. Diese Normen schreiben unter anderem auch Mindestanforderungen an die Qualität der Komponenten und Gemische vor. Je nach Werkstoff, Prozess, Verfahren und Qualitätsanforderungen können jedoch höhere Qualitäten erforderlich sein. Für diese Fälle ist eine Rücksprache mit Linde Fachleuten zu empfehlen.



Einsatz wissenschaftlicher Forschungsmethoden zur Untersuchung plasmaphysikalischer Vorgänge im Lichtbogen: Ausschnitt einer Spektralanalyse am MIGP-Schweißprozess von Aluminium mit VARIGON® He30S



Metallurgie durch Prozessgase: Steuerung des Austenit-Ferrit-Verhältnisses beim WIG-Schweißen von Duplexstählen mit VARIGON® N

Bewährt unter härtesten Bedingungen. CORGON®: MAG-Schweißen von Baustahl.

Linde Competence Line™

CORGON® 10

CORGON® 18

CORGON® S8

CORGON® 5S4

CORGON® 13S4

Kohlendioxid (CO₂)

Linde Performance Line™

CORGON® 10He30



Der Sammelbegriff Baustahl bezeichnet allgemein unlegierte und niedriglegierte Stähle, schweißgeeignete Feinkornbaustähle einschließlich Rohr- und Kesselstählen, unlegierte Qualitäts- und unlegierte Edelstähle sowie andere legierte Stähle, die nicht zu den nicht-rostenden Stählen zählen. Die Auswahl des optimalen Schutzgases erfolgt hauptsächlich nach Art des Zusatzwerkstoffes, Materialdicke und Oberflächenzustand der Grundwerkstoffe, Mechanisierungsgrad, Arbeitsposition, Lichtbogenart und den Anforderungen an die Schweißverbindung.

Das MAG-Schweißen mit Massivdrahtelektroden und Mischgasen, bestehend aus Argon und CO₂, wie z. B. CORGON® 18, ist das mit Abstand am häufigsten eingesetzte Fügeverfahren für Baustähle. Mischgase haben sich gegenüber reinem CO₂ aufgrund ihrer unschlagbaren Vorteile in qualitativer und wirtschaftlicher Hinsicht eindeutig durchgesetzt. Für den Anteil an aktivem Gas, sei es CO₂ oder O₂, gilt also: so wenig wie möglich und so viel wie notwendig. Zunehmender Mechanisierungsgrad und vermehrter Einsatz der Impulstechnik machen Mischgase mit herabgesetztem CO₂- oder O₂-Anteil immer beliebter.

Weniger aktive Gase bewirken aber auch weniger Wärmeeintrag, was manchmal ein Nachteil hinsichtlich Einbrand und Schweißleistung ist. Bei vielen Aufgaben haben sich hier Heliumbeimischungen bewährt.

Anteile von 20–40 % He können die Wärmeübertragung vom Lichtbogen zum Bauteil verbessern, weisen jedoch nicht die bekannten Nachteile der oxidierenden Komponenten auf. Dieser erhöhte Wirkungsgrad der CORGON® He Gase kann wahlweise genutzt werden entweder für höhere Schweißgeschwindigkeiten oder für qualitative Verbesserungen wie bessere Spaltüberbrückbarkeit oder Verringerung der Gefahr von Flankenbindefehlern.

Das MAG-Hochleistungsschweißen MAG-HL wird im DVS-Merkblatt 0909-1 definiert als Prozess mit über 8 kg/h Abschmelzleistung, was Drahtvorschubgeschwindigkeiten oberhalb 15 m/min, bezogen auf eine 1,2-mm-Massivdrahtelektrode, entspricht. Das LINFAST® Konzept bietet anwendungsbezogene, teilweise patentierte Lösungen auf diesem hochproduktiven Gebiet. Unter Berücksichtigung der individuellen Anforderungen erfolgt die optimale Auswahl von Prozessvariante, Lichtbogenart, Schutzgas und Versorgung.

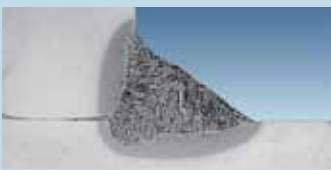
Egal ob Eindraht, Doppeldraht, Bandedrode oder Tandem, ein gezielter Einsatz der CORGON® He Mischungen kann mit geringem Aufwand große Fortschritte bringen.

Die Schutzgasauswahl für Metallpulverfülldrähte erfolgt nach denselben Regeln wie die für Massivdrahtelektroden. Diese Füllrähte sind flexibel hinsichtlich besonderer Legierungskomponenten und kennzeichnen sich durch einen allgemein weichen Lichtbogen. Pulverbedingt ist die zum Abschmelzen erforderliche elektrische Energie geringer als bei vergleichbarer Abschmelzleistung von Massivdrahtelektroden, was auch zu einem geringeren Wärmeeintrag führen kann.

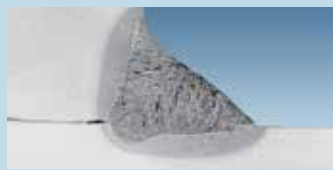
Schlackeführende Füllrähte bieten Vorteile bei bestimmten Aufgaben. So kann zum Beispiel beim Schweißen in Zwangslagen eine schnell erstarrende Schlacke die Rolle einer Badstütze übernehmen. Durch eine gezielte Zusammensetzung der Füllung kann zusätzlich Einfluss auf die chemischen und metallurgischen Reaktionen in der Schmelze genommen werden. In der Regel wird mit CORGON® 18 oder CO₂ gearbeitet; niedrigere CO₂-Anteile sind nicht empfehlenswert.

Einfluss der Gaskomponenten auf Einbrand und Nahtoberfläche am Beispiel einer Kehlnaht am T-Stoß, Blechdicke 10 mm

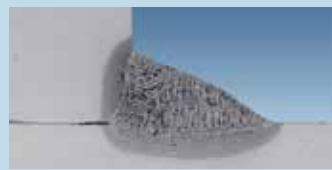
Vollmechanisch MAGp-geschweißt am Roboter bei konstanter Draht- und Schweißgeschwindigkeit



CORGON® 10



CORGON® 18



CORGON® S8



CORGON® 10He30



Einfluss der Schutzgaszusammensetzung auf MAG-Prozess und Ergebnis

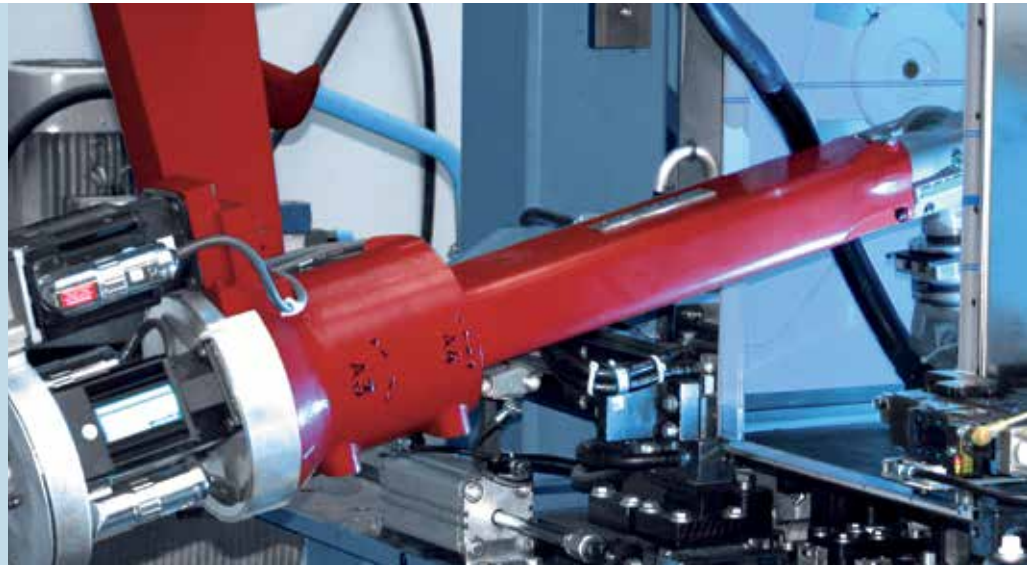
Gaskomponenten →	Ar + CO ₂ COMPETENCE LINE™	Ar + CO ₂ + He PERFORMANCE LINE™	Ar + O ₂ COMPETENCE LINE™	CO ₂
Kriterien ↓				
Einbrand in Normalposition	Gut	Gut	Ausreichend; gut bei dünnen Blechen	Gut
Einbrand in Zwangslagen	Sicherer mit mehr CO ₂	Sicherer mit mehr CO ₂	Kann kritisch werden wegen Badvorlauf	Sehr sicher
Vermeiden von Flankenbindefehlern	Gut	Verbessert durch He-Anteil	Ausreichend, Gefahr bei Badvorlauf	Ausreichend
Oxidationsgrad („Schlackebildung“)	Fallend mit abnehmendem CO ₂ -Gehalt	Fallend mit abnehmendem CO ₂ -Gehalt	Höher als vergleichbare CO ₂ -haltige Gase	Hoch
Porenbildung in der Schweißnaht	Gering werdend mit zunehmendem CO ₂ -Gehalt	Gering werdend mit zunehmendem CO ₂ -Gehalt	Am empfindlichsten	Sehr gering
Spaltüberbrückung	Besser werdend mit fallendem CO ₂ -Anteil	Verbessert durch He-Anteil	Gut	Schlecht
Spritzerauswurf	Gering werdend mit fallendem CO ₂ -Anteil	Gering werdend mit fallendem CO ₂ -Anteil	Spritzerarm	Am heftigsten
Kerbwirkung am Nahtübergang	Gering	Am geringsten	Zunehmend mit Blechdicke	Hoch
Wärmeübertragung, Wärmeeinbringung	Zunehmend mit steigendem CO ₂ -Anteil	Zunehmend mit steigendem CO ₂ - oder He-Anteil	Am geringsten	Hoch
Besonders empfohlene Lichtbogenarten	Kurzlichtbogen Sprühlichtbogen Impulslichtbogen (max. 25 % CO ₂)	Kurzlichtbogen Sprühlichtbogen (auch HL) Impulslichtbogen (auch HL)	Sprühlichtbogen Impulslichtbogen	Kurzlichtbogen

Besondere Materialeigenschaften verlangen nach speziellen Gasen. CRONIGON®: MAG-Schweißen von nichtrostenden Stählen.

Linde COMPETENCE LINE™
CRONIGON® 2

Linde PERFORMANCE LINE™
CRONIGON® 2He20
CRONIGON® 2He50

CRONIGON® 2He50 beim MAG-Schweißen von professionellen Küchensystemen (Quelle: Convotherm)



Von den Schutzgasen zum MAG-Schweißen unlegierter Stähle unterscheiden sich die Gase für nichtrostende Stähle durch ihren deutlich geringeren Gehalt an aktiven Gasen wie Sauerstoff und Kohlendioxid. Dies ist notwendig, damit die Passivschicht, die die Korrosionsbeständigkeit dieser Werkstoffe gewährleistet, nicht durch zu starke Oxidation geschädigt wird. Zu beachten ist dabei, dass das Oxidationsvermögen von Sauerstoff deutlich größer ist als das von CO₂. Das Schweißen unter inerte Atmosphäre, z. B. unter Argon, ist jedoch auch nicht zu empfehlen, da in diesem Fall der Lichtbogen sehr unruhig brennt und auch der Einbrand deutlich zurückgeht. Für den Erhalt der Beständigkeit gegen inter-

kristalline Korrosion ist der Kohlenstoffgehalt im Schweißgut von entscheidender Bedeutung. Bei den nichtrostenden Stählen mit besonders niedrigem Kohlenstoffgehalt, den sogenannten ELC-Stählen, sollte ein Kohlenstoffgehalt von 0,03 % auch im Schweißgut nicht überschritten werden. Um zu gewährleisten, dass kein unzulässig hoher Kohlenstoffzubrand aus dem Schutzgas erfolgt, ist der CO₂-Gehalt der oben genannten Produkte auf maximal 2,5 % begrenzt. Dadurch ist sichergestellt, dass bei fachgerechter Ausführung der Schweißung keine Sensibilisierung gegen interkristalline Korrosion auftreten kann. Die Tendenz verschiedener Schutzgase zur Auf- bzw. Abkühlung des Schweißgutes zeigt die Grafik rechts.

Diese Hinweise gelten, wenn als Schweißzusatz ein Massivdraht oder ein Metallpulverfülldraht zum Einsatz kommt. Wird jedoch ein schlackeführender Füll Draht verwendet, so ist der Schutzgasempfehlung des Drahtherstellers zu folgen. Für diese Drähte wird meistens ein Schutzgas ISO14175-M21 empfohlen, z. B. CORGON® 18, da hier die entstehende Schlacke Oxidation bzw. Kohlenstoffzubrand verringert.

Anwendungshinweise

Austenitische und ferritische nichtrostende Stähle lassen sich gut im Kurz- und Sprühlichtbogen verschweißen. Im Vergleich zu den unlegierten Stählen beginnt der Sprühlichtbogenbereich schon bei ca. 20 % niedrigeren Drahtvorschubgeschwindigkeiten. Vorteile beim Schweißen hochlegierter Werkstoffe bringt die Impulstechnik, insbesondere mit Massivdraht. Sie gewährleistet einen stabilen, spritzerarmen Werkstoffübergang über den gesamten Leistungsbereich.

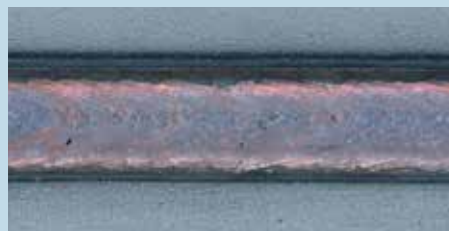
Die Linde Prozessgase der Performance Line bieten durch ihren Heliumanteil einen verbesserten Wärmeeintrag und höhere Lichtbogentemperatur. Damit besteht die Möglichkeit, die Produktivität des MAG-Prozesses weiter zu steigern. Aber auch ohne Erhöhung der Schweißgeschwindigkeit profitieren insbesondere zähfließende Materialien wie hochlegierte CrNiMo-Stähle oder Nickelbasiswerkstoffe vom gesteigerten Energieeintrag, die Fließfähigkeit und damit die Benetzung werden entscheidend verbessert. Für die austenitisch-ferritischen nichtrostenden

Einfluss der Gase auf Oberflächenoxidation

MAGp-Kehlnähte an nichtrostendem Stahl 1.4301, Blechdicke 8 mm, vollmechanisch



CRONIGON® 2

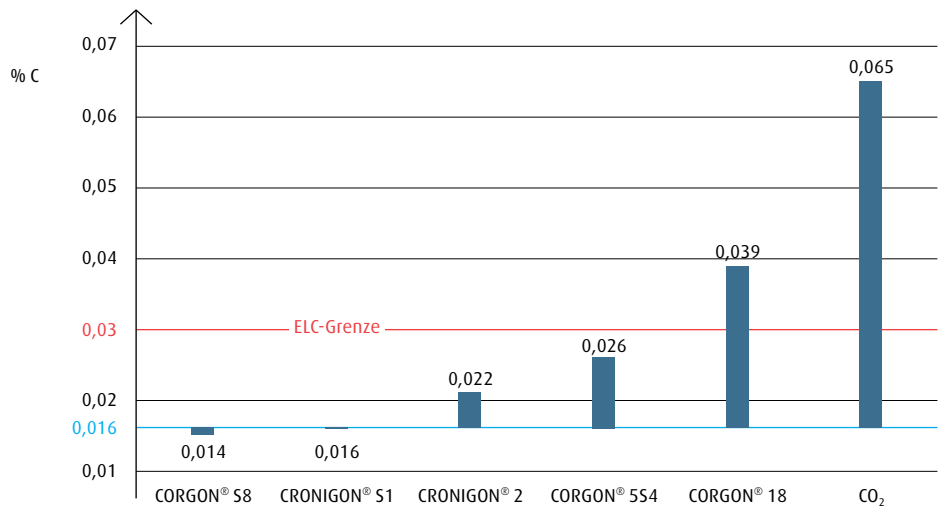


CRONIGON® 2He50

Stähle, die sogenannten Duplexstähle, werden die gleichen Gase empfohlen wie für die Austenite. Die Argon-Sauerstoff-Gemische sollten nicht verwendet werden, wenn der Duplexstahl in besonders korrosiver Umgebung eingesetzt wird. Durch ihr größeres Oxidationsvermögen würden diese Gasmische die zur Verfügung stehende Reserve an Korrosionsbeständigkeit unnötig schmälern.

Kohlenstoffzu- und -abbrand bei unterschiedlichen Schutzgasen

Kohlenstoffgehalt der Drahtelektrode: 0,016 %



Übersicht zur Schutzgasauswahl

	CRONIGON® 2	CRONIGON® 2He20	CRONIGON® 2He50
Oxidationsgrad	Gut	Sehr gut	Sehr gut
Benetzungseigenschaften	Gut	Sehr gut	Sehr gut
Schweißgeschwindigkeit	Gut	Sehr gut	Sehr gut
Lagenüberschweißbarkeit	Gut	Gut	Sehr gut
Spritzeranfall	Gut	Gut	Gut
Lichtbogenstabilität	Gut	Gut	Gut
Einbrand	Gut	Sehr gut	Sehr gut

Qualität, die man nicht nur am Lichtbogen erkennen kann. VARIGON®: MIG-Schweißen von Aluminiumlegierungen.

Linde COMPETENCE LINE™

Argon

VARIGON® S

Linde PERFORMANCE LINE™

VARIGON® He

VARIGON® HeS

Maximale Produktivität: MIGp- und MIG-Tandemschweißen von sicherheitsrelevanten Fahrwerkskomponenten mit VARIGON® He15S (Quelle: BMW AG)



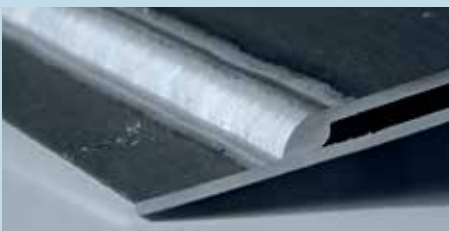
MIG-Schweißen an Aluminium kann im Kurz-, Sprüh- oder Impulslichtbogen durchgeführt werden. Vorteile der Impulstechnik sind, dass der Spritzerauswurf reduziert wird und dass eine Drahtelektrode mit dem nächst-größeren Durchmesser verwendet werden kann. Der dickere Draht lässt sich besser fördern und hat im Verhältnis zur abgeschmolzenen Drahtmenge weniger Oberfläche. Somit können über den Draht weniger Verunreinigungen und Feuchtigkeit in die Schweißnaht geschleppt werden.

Der Impulslichtbogen kann nochmals unterteilt werden in Gleichstrom DC Puls und Wechselstrom AC Puls, da seit einiger Zeit auch Stromquellen verfügbar sind, die beide Prozessvarianten ermöglichen. Das Schweißen mit AC Puls erlaubt eine gezielte Verteilung der Lichtbogenenergie zwischen Werkstück und Drahtelektrode. Mit dieser Technik wird der Anwendungsbereich des klassischen MIG-Schweißens an Aluminium zu dünneren Bauteilen hin erweitert. Ebenso sind Spalte deutlich besser überbrückbar und dickere Drahtelektroden leichter abschmelzbar.

Argon ist das mit Abstand am häufigsten eingesetzte Schutzgas beim MIG-Schweißen von Aluminium. Es überzeugt durch seine bekannt guten Allroundeigenschaften, ist für alle Lichtbogenarten und in allen Positionen einsetzbar. Eine weitere Verbesserung ist durch die Verwendung von VARIGON® S zu erzielen, da die Dotierung des inerten Argons mit geringen Anteilen an aktiven Komponenten den Lichtbogen stabilisiert. Die Vorteile sind ein verbessertes Nahtaussehen, eine gleichmäßigere Nahtschuppung und ein geringerer Spritzerauswurf.

Leistungssteigerung bedeutet nicht immer nur höhere Schweißgeschwindigkeit

Beispiele für mögliche Qualitätsverbesserungen durch spezialisierte Gase



1,5 mm Spaltüberbrückung am Überlappstoß von 1-mm-Blechen, MIG-AC-geschweißt mit VARIGON® He15S und 1,2-mm-Drahtelektrode



Richtungsstabilität des MIGp-Lichtbogens unter VARIGON® He30S vereinfacht „Dick-dünn-Verbindung“, hier 3 mm an 8 mm



Lichtbogenstabilisierung durch VARIGON® S (links) im Vergleich zu Argon (rechts)

Die Performance Line Gase kommen da zum Einsatz, wo höhere Ansprüche an die Qualität der Naht und die Schweißleistung bestehen. Alle Gase der VARIGON® He oder VARIGON® HeS Reihen enthalten einen Heliumanteil, wodurch der Lichtbogen heißer, breiter und steifer wird.

Vorteile

- Geringere Porenhäufigkeit
- Besserer Einbrand, Vermeidung von Bindefehlern
- Höhere Schweißgeschwindigkeit
- Bessere Spaltüberbrückung
- Weniger/kein Vorwärmen bei dickwandigen Bauteilen
- Erleichtert das Schweißen bei unterschiedlicher Wärmeableitung der Bauteile, wie z. B. „Dick-dünn-Verbindungen“ oder Gussknoten, durch gleichmäßigeren Wärmeeintrag und bessere Richtungsstabilität
- Geringere Kerbwirkung und günstiger Kraftlinienfluss durch breitere, flachere Naht

Die leistungssteigernde Wirkung der Heliumkomponente und der lichtbogenstabilisierende Vorteil der Dotierung mit Sauerstoff werden in den Gasen der VARIGON® HeS Reihe sinnvoll kombiniert.

Hinweis für das MIG-Schweißen mit dotierten Schutzgasen

Lichtbogenstärkung

Wenn das Schweißschutzgas mit O₂ dotiert ist, kann bei gleicher Lichtbogenlänge und konstantem Drahtvorschub eine niedrigere Lichtbogenstärkung eingestellt werden.

Hinweise für das MIG-Schweißen mit heliumhaltigen Schutzgasen

Lichtbogenstärkung

Zunehmender Heliumanteil erfordert bei gleicher Lichtbogenlänge eine höhere Lichtbogenstärkung.

Nahtgeometrie

Zunehmender Heliumanteil führt bei gleicher Schweißgeschwindigkeit zu einer breiteren und flacheren Naht. Der „Argonfinger“ wird weniger ausgeprägt, der Einbrand ist runder und tiefer. Dies ist ein Vorteil vor allem bei dynamischer Belastung.

Schutzgasmenge

Helium ist leichter als Luft. Diese Eigenschaft muss sowohl bei der Messung des Durchflusses als auch bei der Einstellung der Mindestschutzgasmenge berücksichtigt werden.

Die etwas „kältere“ Verbindung. Schutzgase zum Lichtbogenlöten.

Linde COMPETENCE LINE™

Argon

CRONIGON® 2

Linde PERFORMANCE LINE™

VARIGON® He

VARIGON® HeS

CRONIGON® 2He20

MSG-Löten von Hydraulikkomponenten mit CuAl8Ni2 und VARIGON® He50 (Quelle: HAWE Hydraulik)



Das Metall-Schutzgaslöten (MSG-Löten) ist ein alternatives Verfahren, hauptsächlich zum Verbinden von dünnen ($t < 3,0$ mm) und zwecks Korrosionsschutz beschichteten Blechen. Da als Zusatzwerkstoff eine Legierung mit niedrigerem Schmelzpunkt als beim Grundwerkstoff zum Einsatz kommt, ergeben sich wesentliche Vorteile im Vergleich zum MAG-Schweißen.

- Niedrigere Wärmeeinbringung
- Weniger Abbrand der Beschichtung
- Korrosionsbeständiger Zusatzwerkstoff auf Kupferbasis
- Deutlich geringere Spritzerbildung
- Nahezu keine Korrosion der Naht
- Reduzierter Verzug
- Gute Spaltüberbrückung

Durch die Auswahl des Schutzgases können diese positiven Eigenschaften verstärkt werden. Wesentlichen Einfluss auf die Güte der Verbindung haben, neben dem Schutzgas, der Grundwerkstoff, die Art und Dicke der Beschichtung und der Legierungstyp des Zusatzwerkstoffes.

MSG-Löten kann im Kurz- und Impulslichtbogen ausgeführt werden. Der Impulslichtbogen kann nochmals unterteilt werden in DC Puls und AC Puls, da seit einiger Zeit auch Stromquellen auf dem Markt sind, die das Löten mit Wechselstrom ermöglichen. Das Löten mit AC Puls erlaubt eine gezielte Verteilung der Energie zwischen Werkstück und Drahtelektrode. Dadurch ist es möglich, die Beschichtung noch mehr zu schonen und eine noch bessere Spaltüberbrückung zu erreichen.

Abhängig vom verwendeten Lot und dem Grundwerkstoff bzw seinem Oberflächenzustand stellt sich der Einfluss des Schutzgases auf das Lötresultat unterschiedlich dar. Als universelles Schutzgas zum Löten ist das Argon zu nennen, das mit allen Lötmetallen, für alle Lichtbogenarten und in allen Positionen einsetzbar ist. Es überzeugt durch seine guten Allrounderigenschaften und den niedrigen Wärmeeintrag. Nachteilig sind der etwas unruhige Lichtbogen und die Neigung zu Porosität. Die sehr kleinen Gaseinschlüsse haben zwar keinen negativen Einfluss auf die Festigkeit der Verbindung, jedoch treten sie hervor, wenn die Naht beschliffen wird. Dies führt zu erheblicher Nacharbeit, insbesondere im Sichtbereich.

Beim Löten beschichteter Bleche mit SG-CuSi3 kann das Ergebnis durch aktive Komponenten verbessert werden. Insbesondere CRONIGON® 2 stabilisiert den Lichtbogen und reduziert die Porenneigung. Der leicht erhöhte Wärmeeintrag im Vergleich zu Argon kann in eine höhere Prozessgeschwindigkeit umgesetzt werden und dient der besseren Benetzung.

Verbesserung der Prozessstabilität, des Nahtaussehens und der Benetzung

beim Roboter-MSGp-Löten beschichteter Feibleche mit SG-CuSi3 durch CRONIGON® 2



Argon



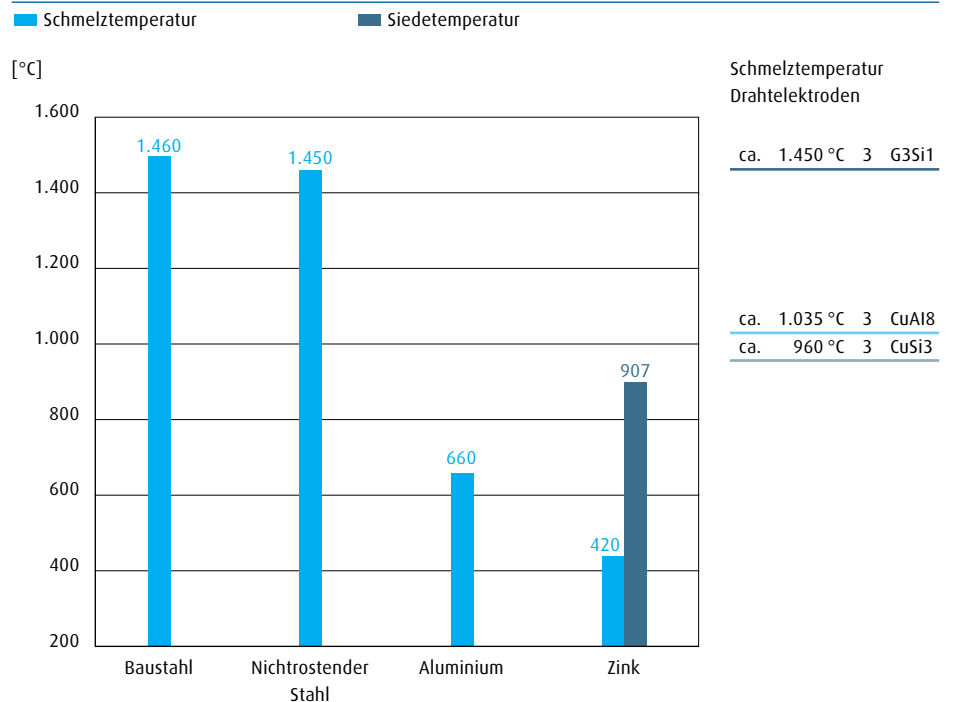
CRONIGON® 2

Beim Löten mit CuAl-Legierungen muss der Anteil der aktiven Komponenten im Schutzgas eingeschränkt werden. Jedoch kann eine gezielte Beimischung des inertes Heliums auch hier das Ergebnis verbessern. Produkte der VARIGON® He und VARIGON® HeS Reihen bewirken ein besseres Nahtaussehen, hervorragendes Fließ- und Benetzungsverhalten sowie einen unter dem Strich geringeren Wärmeeintrag aufgrund einer höhermöglichen Lötgeschwindigkeit.

Auch beim Löten von nichtrostendem Stahl sind die Schutzgase der Performance Line vorzuziehen. Da hier keine Zinkdämpfe aufsteigen, die den Lichtbogen stören, sind die oben genannten Vorteile besonders ausgeprägt.

Das Lichtbogenlöten ist auch als WIG- oder Wolfram-Plasma(WP)-Variante möglich. Da die Wolfram-Elektrode keine Gase mit hohem Aktiv-Anteil zulässt, kommen hier nur das inerte Argon oder die Gase der VARIGON® He/VARIGON® HeS Reihen zum Einsatz.

Niedriger Schmelzpunkt des Kupferlotes ermöglicht geringeren Wärmeeintrag und bei beschichteten Blechen dadurch auch weniger Zn-Verdampfung



Für höchste Qualitätsanforderungen. VARIGON®: WIG-Schweißen.

Linde COMPETENCE LINE™

Argon

VARIGON® S

VARIGON® N

Linde PERFORMANCE LINE™

VARIGON® H

VARIGON® He

VARIGON® HeS

VARIGON® N2H1

WIG – das Lichtbogenverfahren für höchste Ansprüche
auch in der Luft- und Raumfahrt



Beim WIG-Schweißen brennt der Lichtbogen zwischen dem Werkstück und einer nichtab-schmelzenden Elektrode aus Wolfram. Zum Schutz der Elektrode und des Schmelzbades vor Oxidation wird beides mit einem inerten Schutzgas umspült. Aufgrund seiner Vielseitigkeit ist Argon, in entsprechender Qualität, das meisteingesetzte Gas. Dieser Schweißprozess ist für alle schmelzschweißbaren Metalle geeignet. Die Auswahl von Stromart, Polarität und Schutzgas richtet sich nach dem Grundwerkstoff. Das WIG-Schweißen kann sowohl mit als auch ohne Schweißzusatz ausgeführt werden.

Anwendungshinweise

Gerade beim WIG-Schweißen wirken sich Zusätze von Wasserstoff oder Helium besonders vorteilhaft auf die Wärmeverteilung und Wärmeübertragung im Lichtbogen aus. Die Performance Line bietet eine breite Palette von spezialisierten Gasen, die durch ihren Gehalt an Wasserstoff bzw. Helium eine deutliche Steigerung der Produktivität ermöglichen.

Die Produkte der VARIGON® H Reihe werden hauptsächlich für das WIG-Schweißen von austenitischen nichtrostenden Stählen sowie einigen Ni-Basis-Legierungen empfohlen. Der Wasserstoffanteil im Gas bewirkt einen gesteigerten Energieumsatz im Lichtbogen, was zu einem tieferen Einbrand und/oder erhöhter Schweißgeschwindigkeit führt. Der Gehalt an Wasserstoff beträgt bis zu 15 %, wobei für den Handschweißer 6,5 % als praktikable Obergrenze anzusehen sind. Gase mit höherem Wasserstoffgehalt sind wegen der schwerer zu kontrollierenden Wärme und der dünnflüssigen Schmelze in der Regel nur für mechanisierte Schweißungen zu empfehlen. Wasserstoffhaltige Gase dürfen keinesfalls beim Schweißen von Aluminiumlegierungen oder wasserstoffempfindlichen Stählen eingesetzt werden, da sie dort zu stark erhöhter Porosität bzw. Versprödung führen können.

Da Helium genau wie Argon ein inertes Gas ist, können die Gasgemische der VARIGON® He Reihe auch für Aluminiumlegierungen, alle Stahlsorten oder gasempfindliche Werkstoffe verwendet werden.

Die dotierten Gase VARIGON® He30S und VARIGON® S enthalten neben Argon bzw. Helium noch eine sehr kleine Zumischung von Sauerstoff zur zusätzlichen Stabilisierung des Lichtbogens. Besonders beim WIG-Schweißen von Aluminiumwerkstoffen mit Wechselstrom kann durch den Einsatz dieser Gase das Schweißergebnis entscheidend verbessert werden.

Speziell für das WIG-Schweißen von Duplexstählen bzw. voll-austenitischen Werkstoffen sind die Gase der VARIGON® N Reihe entwickelt worden. Die Zugabe von Stickstoff bewirkt eine Austenitisierung des Schweißgutes, was insbesondere beim WIG-Schweißen von Duplexstahl ohne Schweißzusatz vorteilhaft ist. Auch beim ferritarmen Schweißen von hochlegierten Werkstoffen für die chemische Industrie haben sich diese Gase bewährt. Zu beachten ist, dass VARIGON® N2H1 wegen seines Wasserstoffanteiles nicht für Duplexstähle geeignet ist.

Schweißgeschwindigkeit und Einbrand verbessert durch VARIGON® H6

Handschweißen von nichtrostendem Stahl 1.4301, Blechdicke 4 mm



WIG DC, Argon, $v_s = 13 \text{ cm/min}$



WIG DC, VARIGON® H6, $v_s = 18 \text{ cm/min}$

Lichtbogenstabilisierung an Aluminium durch VARIGON® S

Vollmechanisierte Blindraupe an oxidfreier Oberfläche



WIG AC, Argon



WIG AC, VARIGON® S

COMPETENCE LINE™	PERFORMANCE LINE™	Werkstoff	Hinweise
Argon		Alle schmelzschweißbaren Metalle	Universell einsetzbar, erforderliche Mindestreinheit bei hochreaktiven Werkstoffen 4.8
VARIGON® S	VARIGON® He30S	Al und Al-Legierungen	Verbesserte Lichtbogenstabilität und Zündsicherheit beim Wechselstromschweißen
	VARIGON® He15 VARIGON® He50 VARIGON® He70	Al und Al-Legierungen Cu und Cu-Legierungen	Höherer Wärmeeintrag durch He-Beimischung → Besserer Einbrand → Höhere Schweißgeschwindigkeit
	Helium	Al und Al-Legierungen	WIG-Gleichstromschweißen mit negativ gepolter Elektrode
	VARIGON® H2 VARIGON® H6 VARIGON® H10 VARIGON® H15	Austenitische nichtrostende Stähle Ni-Basis-Werkstoffe	H ₂ -Beimischung bewirkt heißeren Lichtbogen → Besserer Einbrand → Höhere Schweißgeschwindigkeit → Blankere Nähte durch reduzierende Wirkung
VARIGON® N2 VARIGON® N3		Duplex- und Superduplexstähle	Steuerung des Austenit-Ferrit-Verhältnisses im Schweißgut Leistungssteigerung durch He-Zumischung
VARIGON® N2 VARIGON® N3	VARIGON® N2H1	Vollaustenitische Stähle	Unterdrückt Ferritphase für besondere Anforderungen Leistungssteigerung durch H ₂ -Zumischung

Höhere Leistungsdichte durch eingeschnürten Lichtbogen. VARIGON®: Plasmaschweißen.

Linde COMPETENCE LINE™

Argon

Linde PERFORMANCE LINE™

VARIGON® H

VARIGON® He

Plasmageschweißte Spiralrohre aus Aluminium
(Quelle: Linde Engineering)



Das Wolfram-Plasmaschweißen (WP-Schweißen) unterscheidet sich vom WIG-Schweißen durch die Einschnürung des Lichtbogens mittels einer wassergekühlten zusätzlichen Düse. Die Elektrode ist dabei in das Innere des Brenners versetzt. Dieser eingeschnürte Lichtbogen hat eine wesentlich höhere Leistungsdichte als ein WIG-Lichtbogen.

Zum WP-Schweißen werden zwei Gasströme benötigt. Das innere Plasma- oder Zentrums-gas und ein Schutzgas. Als Plasmagas wird generell Argon verwendet, in seltenen Fällen, wobei insbesondere beachtet werden muss, dass die Werkstoffverträglichkeit gegeben ist, auch Argon mit bis zu 2 % H₂. Die Auswahl der Schutzgase erfolgt nach den gleichen Kriterien wie beim WIG-Schweißen. Argon ist ein sehr gutes Allround-Gas, das an allen Materialien eingesetzt werden kann, durch Verwendung von VARIGON® S beim Schweißen an Aluminium wird der Lichtbogen stabilisiert.

Die Schutzgase der Performance Line werden bevorzugt eingesetzt, wenn die Schweißleistung gesteigert werden soll. Für alle Materialien geeignet sind die VARIGON® He Gase. Die VARIGON® H Gase sind für die Anwendung auf hochlegierten, nichtrostenden Stählen und die VARIGON® HeS Gase auf Aluminium optimiert.

Das WP-Schweißen kann, abhängig von Verfahrensart und Leistungsbereich, in Mikroplasmaschweißen (0,1–50 A, t = 0,05–2,5 mm), Plasmadickblechschweißen (50–350 A, t = 2,5–10 [12] mm) und Plasmastichlochschiessen (ab 60 A, t > 2 mm) unterteilt werden.

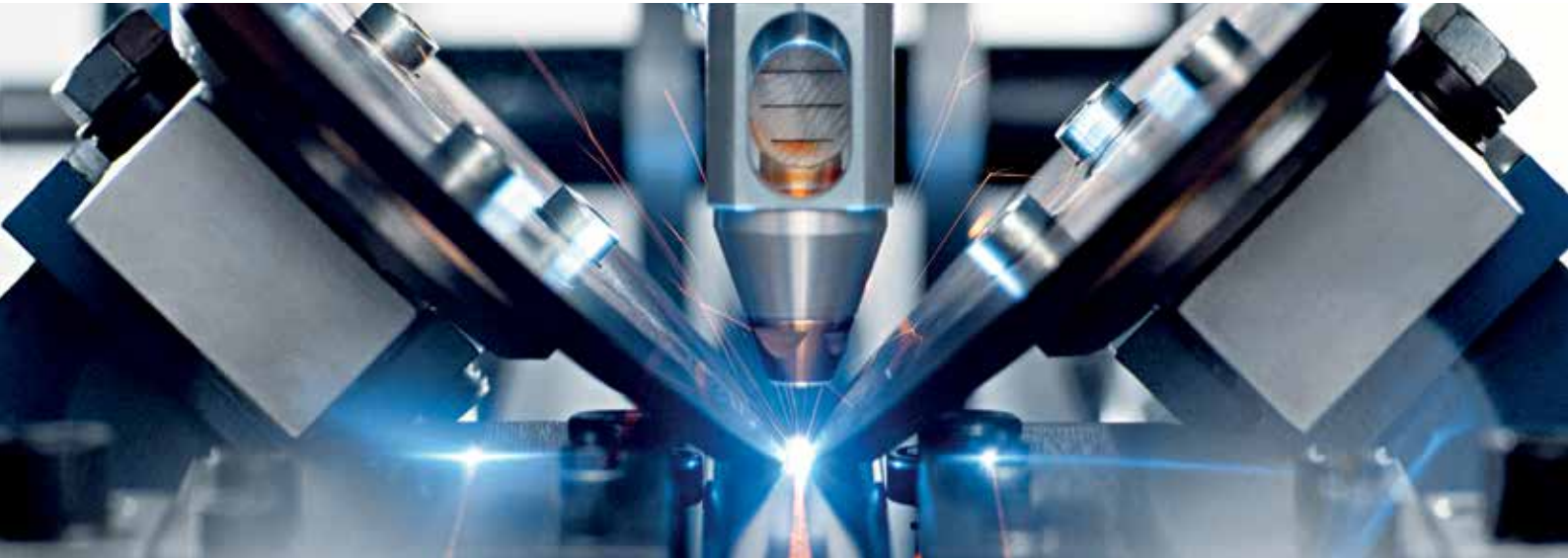
Zum Plasmaschweißen geeignete Werkstoffe

- Un-/niedriglegierte Stähle
- Hochlegierte Stähle: CrNi und CrNiMo (gut für Stichlochtechnik wegen hoher Viskosität der Schmelze)
- Ni, Ni-Basis-Legierungen
- Titan und seine Legierungen
- CuNi-Legierungen, Cu
- Aluminium und seine Legierungen

Anwender dieses Schweißverfahrens sind z. B.

- Chemischer Apparatebau
- Luft- und Raumfahrtindustrie
- Behälterbau
- Lebensmittelindustrie
- Automobilindustrie

Wenn sich Präzision mit Schnelligkeit verbindet. Schutzgase für das Laser- und Laserhybridschweißen.



Laserschweißen (Quelle: TRUMPF GmbH + Co. KG)

Das Laserschweißen bietet bei hoher Schweißgeschwindigkeit gezielte Wärme-einbringung und geringen Verzug. Die meisten Laserschweißungen werden ohne Zusatzmaterial ausgeführt. Aus Gründen der Metallurgie oder der Spaltüberbrückbarkeit kann dieses jedoch notwendig werden. Laserschweißen lassen sich Stähle, Leichtmetalle und thermoplastische Kunststoffe.

Beim Laserschweißen kommen unterschiedliche Lasertypen zum Einsatz: CO₂-Laser oder Festkörperlaser (Nd:YAG-, Dioden-, Faser- oder Scheibenlaser). Für Schweißungen hoher Qualität sind bei allen Lasertypen Schutzgase unerlässlich. Während bei den Festkörperlasern für die Wahl des Schutzgases im Wesentlichen werkstoffspezifische Gesichtspunkte ausschlaggebend sind, muss beim CO₂-Laser auch noch die Wechselwirkung Schutzgas/Laserstrahlung berücksichtigt werden.

Daher kommen Helium und heliumhaltige Mischgase bei Schweißungen mit CO₂-Laser zum Einsatz. Ein Beispiel ist hier LASGON® C1 für das Laserschweißen von niedriglegierten bzw. verzinkten Stählen. Bei Festkörperlasern kommen Argon und Mischgase in LASGON® Qualität zum Einsatz.

Laserhybridschweißen ist eine Kombination von Laserschweißen mit einem Lichtbogenprozess, wie MSG, WIG oder Plasma. Die beiden Teilprozesse wirken dabei gleichzeitig in einem Schmelzbad. Die Wahl des Schutzgases orientiert sich weitestgehend am Lichtbogenprozess und am zu schweißenden Werkstoff. So ist für niedriglegierten Stahl z. B. CORGON® S3He25 eine gute Wahl für eine qualitativ hochwertige Schweißnaht.

Damit Wertarbeit keine Schwäche zeigt. Gase zum Formieren.

Linde COMPETENCE LINE™

Argon

VARIGON® N

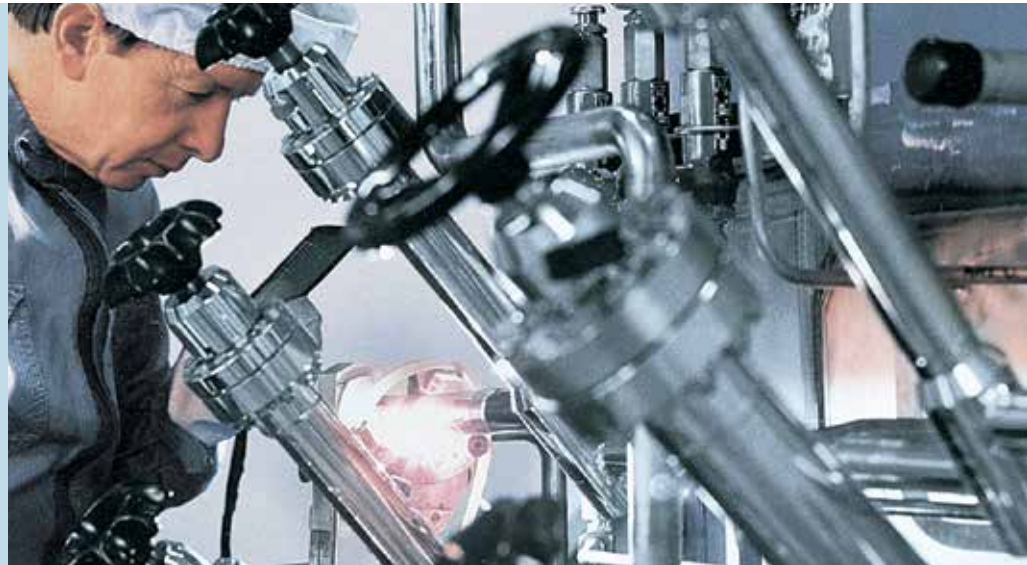
Stickstoff

Linde PERFORMANCE LINE™

Formiergas 5 – 30 H₂ in N₂

VARIGON® H

Schweißen unter Formiergasschutz



Unter dem Einfluss von hoher Temperatur und Luftsauerstoff neigen viele metallische Werkstoffe zu starker Oxidation. Diese Oxide zeigen sich meistens in Form von Anlauffarben, etwa bei nichtrostenden Stählen oder Titanwerkstoffen. Anlauffarben können die Korrosionsbeständigkeit solcher Werkstoffe stark beeinträchtigen, zudem kann starke Oxidation die Ausbildung der Schweißnahtwurzel stören. In vielen Fällen ist daher der Schutz der Wurzelseite vor Sauerstoffzutritt erforderlich, um eine optimale Korrosionsbeständigkeit des Bauteiles zu sichern. Das Vermeiden von Oxidation und Anlauffarben erfolgt durch gezieltes Fernhalten des Luftsauerstoffs.

Es wird zwischen zwei verschiedenen Methoden unterschieden

Bei einer Verdrängungsspülung schiebt das Schutzgas die zu entfernende Luft bei geringer Vermischung vor sich her. Dieses Prinzip ist z. B. für große Behälter denkbar. Besonders zu beachten ist hierbei die relative Dichte des Schutzgases. Im – rein theoretischen – Idealfall wird bei dieser Art der Spülung nur so viel Schutzgas verwendet, wie das zu spülende Volumen beträgt.

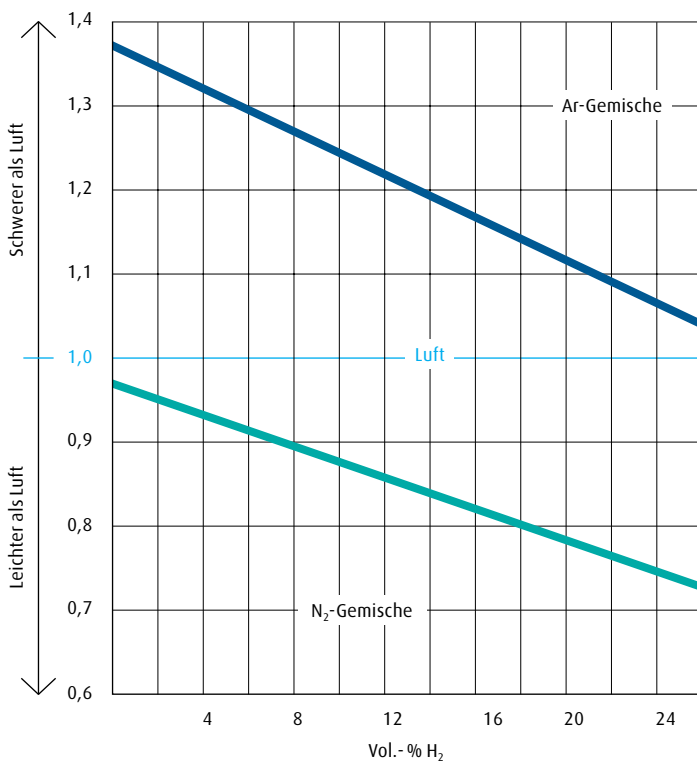
Bei der Verdünnungsspülung verteilt sich das Schutzgas gleichmäßig im Raum und vermischt sich mit der zu entfernenden Luft. Die Spülung wird so lange fortgesetzt, bis ein gewisser Grenzwert für den Restsauerstoffgehalt unterschritten wird. Das benötigte Schutzgasvolumen beträgt dabei zwangsläufig ein Vielfaches des Spülvolumens.

Als Gase für den Wurzelschutz kommen zwei Gruppen von Gasen zum Einsatz

- Inerte bzw reaktionsträge Gase wie Argon oder Stickstoff (ab 4.6)
- Inerte bzw reaktionsträge Gase mit einer Zumischung von Wasserstoff

Die wasserstoffhaltigen Wurzelschutzgase bieten aufgrund der reduzierenden Wirkung des Wasserstoffs eine erhöhte Sicherheit gegenüber der Bildung von Anlauffarben, sind jedoch nicht für alle Werkstoffe geeignet. Welches Gas zum Wurzelschutz eingesetzt wird, hängt in erster Linie vom Werkstoff des zu spülenden Bauteils ab. Wasserstoffempfindliche Stähle oder hochreaktive Werkstoffe wie z. B. Titan werden in der Regel mit Argon gespült. Die austenitischen nichtrostenden Stähle können mit wasserstoffhaltigen Wurzelschutzgasen formiert werden, etwa mit Gasen aus der „Formiergas“- oder der VARIGON® H Reihe.

Relative Dichte von Wurzelschutzgasen



WIG-Naht, Wurzelseite unformiert



WIG-Naht, Wurzelseite formiert

Anwendungshinweise

Die Gase zum Wurzelschutz sind in ISO14175-M21 genormt.

- Gruppe R (Ar-H₂-Gemische)
- Gruppe I (Ar bzw Ar-He-Gemische)
- Gruppe N (N₂ bzw N₂-H₂-Gemische)

Um Anlauffarben sicher zu vermeiden, sind bestimmte Vorspülzeiten einzuhalten. Die benötigte Vorspülzeit hängt von der Geometrie des Bauteils und dem Gasvolumenstrom ab. Als Richtwert für die benötigte Schutzgasmenge gilt, z. B. bei Rohrleitungen, das 2,5 – 3fache geometrische Bauteilvolumen, gerechnet von der Einspeisung bis zur Schweißstelle. Je nach Rohrdurchmesser wird eine Durchflussmenge von 5–12 l/min empfohlen. Die Verwendung eines Restsauerstoffmessgerätes ist zu empfehlen.

Die Spülung sollte nach dem Schweißen so lange aufrechterhalten werden, bis das Bauteil auf eine Temperatur unter ca. 220° C abgekühlt ist, da sich sonst neue Anlauffarben bilden können. Ist die Nahtwurzel nach dem Schweißen nicht mehr zugänglich für eine Nachbearbeitung, muss schon beim Heften des Bauteils mit einem Wurzelschutzgas gespült werden, da sich Anlauffarben beim Überschweißen der Heftstelle nicht auflösen.

Bei Ti-stabilisierten nichtrostenden Stählen verursachen N₂-haltige Gase eine deutliche Gelbfärbung der Nahtwurzel durch Titanitridbildung. Bei Duplex- und Superduplexstählen ist die Verwendung von stickstoffhaltigen Wurzelschutzgasen bzw Reinstickstoff zur Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit von Vorteil.

Sicherheitshinweise

Wurzelschutzgase mit einem Wasserstoffgehalt ab 4 % können in Verbindung mit Luft oder Sauerstoff zündfähige Gemische bilden. Der Anwender muss geeignete Maßnahmen treffen, um die Entstehung solcher Gasgemische zu verhindern. Das DVS-Merkblatt 0937 „Formieren beim Schweißen“ empfiehlt aus Sicherheitsgründen das Abfackeln ab einem Wasserstoffgehalt von 10 % im Wurzelschutzgas.

Beim Formieren großer, geschlossener Bauteile ist vor dem Begehen sicherzustellen, dass keine Erstickungsgefahr besteht. Beim Arbeiten in engen Räumen muss eine mögliche Sauerstoffverarmung berücksichtigt werden.

Wurzelschutzgase für verschiedene Werkstoffe

Schutzgas	Werkstoff
Argon	Alle schmelzschweißbaren metallischen Werkstoffe
VARIGON® H Reihe	Ar-H ₂ -Gemische Austenitische nichtrostende Stähle
Formiergas	N ₂ -H ₂ -Gemische Austenitische nichtrostende Stähle (nicht Ti-stabilisiert) Unlegierte Stähle (keine hochfesten Feinkornbaustähle!)
VARIGON® N Reihe	Ar-N ₂ -Gemische N ₂ Austenitische nichtrostende Stähle (nicht Ti-stabilisiert) Duplex- und Superduplexstähle

Alltagstaugliche Lösungen für nicht alltägliche Werkstoffe. Schutzgase für Sonderwerkstoffe.

Linde COMPETENCE LINE™

Argon

VARIGON® N

Linde PERFORMANCE LINE™

VARIGON® He

VARIGON® HeS

CRONIGON® Ni10

CRONIGON® Ni20

CRONIGON® Ni30

MAGp-Lichtbogen unter CRONIGON® Ni30



Die Gruppe der sogenannten Sonderwerkstoffe ist nicht scharf abgegrenzt. Im Allgemeinen versteht man darunter Materialien, die sich außerhalb der „üblichen“ Werkstoffe wie Aluminium, Baustahl oder nichtrostender Stahl bewegen, wie z. B. die Nickelbasis-Werkstoffe, Kupfer oder Magnesium, aber auch reaktive Werkstoffe wie Titan, Tantal oder Zirkonium.

Reaktive Werkstoffe: Ti, Ta, Zr

Titan, Tantal und Zirkonium werden als reaktive Werkstoffe bezeichnet, weil sie sehr leicht mit O_2 , N_2 und H_2 reagieren. Diese Vorgänge werden durch die Wärme beim Schweißen begünstigt. Bereits die Aufnahme geringster Mengen von Atmosphärgasen kann zur völligen Versprödung der Schweißnaht führen. Diese Versprödung ist auch durch eine Wärmebehandlung nicht mehr rückgängig zu machen. Unter Wärmeinfluss führt Sauerstoff zusätzlich zu starker Oberflächenoxidation, wodurch die Korrosionsbeständigkeit dieser Werkstoffe stark beeinträchtigt wird. Wichtigstes Element zum Schutz dieser wertvollen Werkstoffe gegenüber diesen negativen Einflüssen ist der richtige Gasschutz beim Schweißen.

Als Schweißprozess wird hier hauptsächlich das WIG-Schweißen angewendet, meistens mit Reinargon als Schutzgas. Die Reinheit sollte mindestens 4.8 (99,998 %) betragen. Für dickere Wandstärken und verbesserten Einbrand bietet sich auch die Verwendung inerte He-Gemische, z. B. VARIGON® He50, an.

Nickelwerkstoffe

Bei den Nickelbasis-Werkstoffen hängt die Auswahl des geeigneten Schweißschutzgases sehr stark von der Art der zu schweißenden Legierung ab. Es existiert eine Vielzahl von Nickellegierungen auf dem Markt, die sich hinsichtlich ihrer Einsatzgebiete und somit ihrer metallurgischen Eigenschaften und Schweißneigung stark unterscheiden. Entsprechend vielfältig müssen hier die Gasempfehlungen ausfallen. Rücksprache mit Linde Gas oder dem Werkstoffhersteller ist im Einzelfall zu empfehlen.

WIG-Schweißen

Zahlreiche Nickellegierungen können in sehr guter Weise mit Argon-Wasserstoff-Gemischen geschweißt werden, z. B. mit VARIGON® H2. Andere Werkstoffe, etwa solche, die besonders heissrissempfindlich sind, werden bevorzugt mit Reinargon verarbeitet. Einige hochwärmefeste Ni-Basis-Legierungen erfordern hingegen aus metallurgischen Gründen eine Zumischung von Stickstoff im Schutzgas, z. B. VARIGON® N2.



Herstellung einer Ofenrolle aus Nicrofer® 6025HT/
alloy 602CA mit CRONIGON® Ni30.
(Quelle: H. BUTTING GmbH & Co. KG)

MAG-Schweißen

Speziell für das MAG-Schweißen von Nickelbasis-Werkstoffen wurden die Gase der CRONIGON® Ni Reihe entwickelt. Gemeinsames Merkmal dieser patentierten Gasmischungen ist eine Dotierung mit CO₂. Dieser sehr geringe CO₂-Anteil bewirkt eine deutliche Lichtbogenstabilisierung, ohne jedoch den Kohlenstoffgehalt im Schweißgut unerlaubt zu verändern.

CRONIGON® Ni10 und CRONIGON® Ni20 enthalten außerdem Wasserstoff bzw. Helium, was zu verbessertem Fließverhalten und Nahtaussehen führt und zudem die Korrosionsbeständigkeit des Werkstoffes wahrt.

CRONIGON® Ni30 wurde speziell zum MAG-Schweißen der hochwärmefesten Legierung alloy 602CA entwickelt. Zusätzlich zur CO₂-Dotierung enthält dieses Gas einen Anteil von Helium und Stickstoff. Letzterer sorgt als metallurgisch wirksame Komponente für eine deutliche Reduzierung der Heißrissneigung beim Schweißen.

Kupferwerkstoffe

Kupfer und die meisten Kupferlegierungen zeichnen sich durch ihre sehr hohe Wärmeleitfähigkeit aus. Um die schnelle Ableitung der Schweißwärme zu kompensieren, sind bei diesen Materialien heliumhaltige Gase empfehlenswert. VARIGON® He15 und VARIGON® He50 sind hier die erste Wahl, sowohl zum WIG- als auch zum MIG-Schweißen, besonders wenn sich durch ihre Verwendung der Aufwand für das Vorwärmen reduzieren lässt. Um die Gefahr der sogenannten Wasserstoffkrankheit beim Kupferschweißen zu vermeiden wird vom Einsatz H₂-haltiger Schutzgase abgeraten.

Magnesiumwerkstoffe

Zum Schutzgasschweißen von Magnesiumlegierungen werden inerte Gasmischungen eingesetzt, also Argon, Helium und ihre Gemische. Argon kann für alle Schweißverfahren außer WIG-Gleichstrom eingesetzt werden, jedoch empfiehlt sich generell die Verwendung der VARIGON® He Gemische als Schutzgas, weil so die Porenbildung verringert werden kann.

Beim WIG-Gleichstromschweißen mit negativ gepolter Elektrode von Magnesium können nur sehr hoch heliumhaltige Schutzgase, wie z. B. Sondergas VARIGON® He90, oder reines Helium verwendet werden, da sonst die notwendige Wärme für eine erfolgreiche Schweißung nicht zur Verfügung steht.

Beim MIG-Schweißen ist aufgrund des hohen elektrischen Widerstandes von Magnesium und der damit verbundenen Erwärmung des freien Drahtendes die im Draht übertragbare Energiemenge eingeschränkt. Dieser Nachteil kann durch die Verwendung heliumhaltiger Schutzgase reduziert werden. Neben den klassischen Impuls- und Kurzlichtbogenprozessen wird das MIG-Schweißen in jüngster Zeit auch mit speziellen Pulsformen oder gesteuertem Kurzlichtbogen ausgeführt. Auch bei diesen Verfahren ist durch die Verwendung von VARIGON® He Gemischen eine Reduktion der Porenbildung zu erreichen.

Helium und Wasserstoff – zwei der wichtigsten Energieträger im Universum. Als Schutzgaskomponenten verbessern sie die Leistungsbilanz des Schweißlichtbogens.

Energieträger Wasserstoff: Stoff der Zukunft

Die Vorteile von Wasserstoff als häufigstes und leichtestes Element im Universum liegen auf der Hand: Beste Wärmeleitfähigkeit vor allem bei hohen Temperaturen, eine niedrige Dissoziationsenergie sowie die Sauerstoffaffinität machen es als Komponente in ausgewählten Prozessgasen der Metallverarbeitung zum Stoff erster Wahl. Heute wird die Weltproduktion von Wasserstoff, ca. 600 Mrd. m³ jährlich, noch überwiegend über das Prinzip der Dampfreformierung erzeugt. Zukünftig jedoch wird die elektrolytische Erzeugung mit Einsatz regenerativer elektrischer Energie zunehmen.



Eine gute Performance bedeutet optimale Qualität bei maximaler Produktivität. Und genau diese Vorteile stellen Helium und Wasserstoff im Einsatz als Schutzgaskomponenten unter Beweis.

Bei Helium und Wasserstoff denken die meisten Menschen an Luftschiffe, an steigende Luftballons, an das Prinzip „leichter als Luft“. Wissenschaftler und Ingenieure verbinden mit den beiden Elementen gigantische Energiemengen, Wärmeerzeugung in den Sternen, die Brennstoffzelle oder schlicht den Energieträger der Zukunft. Auch die Schweißfachwelt kennt bereits einige Vorteile dieser Elemente als Zumischkomponenten im Schutzgas. Ob im Gasplasma, im gezielt inerten oder reduzierenden Verhalten oder in der wärmeübertragenden Gasströmung um den Lichtbogen – auch hier sind Helium und Wasserstoff einmalig. Ein guter Grund, sich die Wirkung dieser Elemente einmal genauer vor Augen zu halten.

Das Schutzgasschweißen ist heute das meisteingesetzte Verfahren zum Fügen metallischer Werkstoffe. Reproduzierbarkeit, Automatisierbarkeit und Qualität in einem vernünftigen wirtschaftlichen Rahmen sind die Hauptargumente, warum der Schweißlichtbogen seinen führenden Platz in der modernen Fertigungstechnik be-

hauptet hat. Die Umwandlung von elektrischer Energie in Wärme erfolgt im Schweißlichtbogen mit einem guten Wirkungsgrad. Doch dieser Wirkungsgrad lässt sich gezielt verbessern: mit der PERFORMANCE LINE™ von Linde Gas.

Linde Schweißschutzgase, die Helium und/oder Wasserstoff in unterschiedlichen Anteilen enthalten, nehmen in diesem Zusammenhang die Funktion optimierender Werkzeuge ein, mit deren Hilfe die Wärmeübertragung auf das Bauteil verbessert wird. Mit unübersehbaren positiven Effekten auf die Schweißnaht. Überzeugen Sie sich selbst davon. Wir unterstützen Sie gerne dabei. In jedem Fall kann die PERFORMANCE LINE™ einen entscheidenden Beitrag zu größerer Wettbewerbsfähigkeit Ihrer schweißtechnischen Fertigung leisten. Die zusätzlich verfügbare Energie lässt sich entweder in höhere Produktivität oder in qualitative Verbesserungen umwandeln. Und manchmal sogar in beides. Auf jeden Fall jedoch, wie der Name schon sagt: in mehr Performance.

4,002602

Helium

 $1s^2$

2

He

-272

-269

24,6

Helium: das Kind der Sonne

Helium stellt 23 % der Masse unseres Universums dar und ist somit, nach Wasserstoff, das zweithäufigste Element im All. Es wird auch als „Kind der Sonne“ bezeichnet, weil es in den Sternen aus Wasserstoff erzeugt wird. In der Erdatmosphäre gibt es aber nur 0,0005 % Helium, daher wird das Edelgas mit großem technischen Aufwand aus bestimmten Erdgasquellen entnommen, in denen es mit einem Anteil von bis zu 7,6 % auftreten kann.

Was haben ein Automobil und ein Clubschiff gemeinsam? Performance in der schweißtechnischen Fertigung und erfolgreiche Endprodukte.



Technische Meisterwerke verlangen nach Höchstleistungen aller Beteiligten. Es sind das Know-how und die Erfahrung von Ingenieuren, Designern und Fachkräften in der Fertigung und Montage sowie Zulieferern, die aus einem Automobil eine Limousine der Spitzenklasse machen oder aus einem schwimmenden Stahlkörper ein exklusives Kreuzfahrtschiff. Ein vollkommenes Produkt rechtfertigt die jahrelange Arbeit und das Streben nach Perfektion. Und es verlangt nach erstklassigen Werkzeugen.

Performance im Schiffbau: MAG-Tandemschweißen mit CORGON® 10He30



Maximale Produktivität: MIGp- und MIG-Tandemschweißen von sicherheitsrelevanten Fahrwerkskomponenten mit VARIGON® He15S (Quelle: BMW AG)



Eines dieser fertigungstechnischen Werkzeuge ist für viele Nutzer zunächst nicht wahrnehmbar: der Schweißlichtbogen. Je wertvoller die Endprodukte, desto wichtiger ist die Auswahl des Gases für das Schutzgasschweißen. Als Anbieter von Technologie und Gasen sind wir während des gesamten Fertigungsprozesses dabei: Von der Planungsphase bis zur Optimierung bei laufender Serienfertigung leisten wir unseren Beitrag in Form von Know-how und maßgeschneiderten Gasen. Denn mit unseren Kunden verbindet uns das gemeinsame Ziel: bestmögliche Performance.

Der Schweißlichtbogen arbeitet erst dann optimal, wenn elektrische Parameter, Werkstoff und Prozessgas aufeinander abgestimmt sind. Jedoch kann die Fertigung nur dann qualitativ und wirtschaftlich wettbewerbsfähig sein, wenn die beteiligten Prozesse auf beste Produktivität ausgerichtet sind. Aus diesem Grund liefern wir zusätzlich zur präzisen Gaszusammensetzung, die zu einer bestimmten Schweißaufgabe am

besten passt, maßgeschneiderte Versorgungskonzepte und Dienstleistungen.

Die Schweißschutzgase der PERFORMANCE LINE™ sind richtungweisend. Als Komponenten im Schutzgas bieten Helium oder Wasserstoff durch ihre physikalischen Eigenschaften einmalige Vorteile beim Schweißen.

Helium als Schutzgaskomponente

- Verbesserte Wärmeübertragung bei inertem Verhalten – keine zusätzliche Oxidation, kann an allen metallischen Werkstoffen eingesetzt werden
- Breiter Lichtbogen – beste Benetzung und Vermeidung von Flankenbindefehlern
- Hohe Temperatur an der Badoberfläche – weniger Poren
- Mehr Wärme im Prozess – höhere Schweißgeschwindigkeiten möglich

Wasserstoff als Schutzgaskomponente

- Reduzierend – vorteilhaft bei oxidationsempfindlichen Werkstoffen wie z. B. nichtrostendem Stahl
- Höhere Energiedichte im Lichtbogen – tieferer Einbrand, höhere Schweißgeschwindigkeit

Sicherheit hat Priorität

Beim Einsatz von wasserstoffhaltigen Gasen muss die Werkstoffverträglichkeit geprüft werden. Gase mit Wasserstoff können mit Luft oder Sauerstoff zünd- bzw explosionsfähige Gemische bilden. Beratungen zur Sicherheit beim Umgang mit technischen Gasen sind für uns genauso selbstverständlich wie maßgeschneiderte Optimierungsvorschläge. Unsere Kompetenz ist ein wichtiger Beitrag zur optimalen Leistung in der schweißtechnischen Fertigung. Dafür stehen wir mit unserem Namen: Competence und Performance.



Die wirtschaftliche Gasversorgung.



Modernste Produktionsanlagen, regelmäßige Qualitätskontrollen und ein bundesweites Versorgungsnetz bieten ein Höchstmaß an Liefersicherheit.


Dabei sind unsere Versorgungswege nicht nur vielfältig, sie sind vor allem auch wirtschaftlich. Für jeden Kunden bietet Linde maßgerechte und wirtschaftliche Versorgungskonzepte: von der 10-Liter-Flasche bis zum 75.000-Liter-Tank. Unser dichtes Netz an Lieferstellen, die vielen Produktionsstellen und eine vollständige Produktpalette garantieren hohe Produktverfügbarkeit, hohe Liefersicherheit und kurze Wege für selbstabholende Kunden.

Darüber hinaus umfasst das Angebot von Linde auch sichere, wirtschaftliche und funktionsgerechte zentrale Gasversorgungen. Diese projektieren und fertigen wir maßgeschneidert für Ihre speziellen Anforderungen.

Total Gas Management


Sie wollen sich einfach zurücklehnen und alle Aktivitäten rund ums Gas sicheren und zuverlässigen Händen übertragen? Ob Gaseversorgung, Instandhaltung, Wartung oder Sicherheit – im Rahmen des Total Gas Management kümmern wir uns um alles, was in Ihrem Hause mit Gasen zu tun hat.

Stahlflaschen

	Rauminhalt Liter	Füllung* m ³
	10	2,1-2,4
	20	4,0-4,7
	50	9,1-11,8


* Füllung gasförmig, Füllmenge der Flasche ist abhängig von der Gasart.

Flaschenbündel

	Füllung* m ³	106,8-141,6
		

* Füllung gasförmig, Füllmenge des Bündels ist abhängig von der Gasart.

Standtanks

	Füllung
	600-75.000 l

Informationen und Dienstleistungen von Linde Gas.



LISY[®]tec

Mit LISY[®]tec bieten wir Ihnen ein Entnahmesystem für Sauerstoff-, Acetylen-, Schweißschutzgas- und Formiergasflaschen, das ein hohes Sicherheitsniveau mit hohem Bedienkomfort kombiniert. Der ergonomisch geformte Ventilschutzkorb gestattet ein bequemes Handling der Flasche und schützt die Armaturen vor Schäden. Der eingebaute zweistufige Druckminderer ermöglicht nahezu konstante Arbeitsdrücke. LISY[®]tec erspart Ihnen die Anschaffung und Installation eigener Druckminderer.

LIPROTECT[®] – alles für Ihre Sicherheit beim Umgang mit Gasen

Der Sicherheit im Umgang mit Gasen kommt auch durch gesetzliche Vorschriften eine wachsende Bedeutung zu. Durch die Betriebssicherheitsverordnung von 2002 und die Druckgeräteverordnung von 2002 wurden die Sicherheitsvorschriften auch für die Betreiber von Gasanlagen neu geregelt. Die Verantwortung für die Sicherheit liegt jetzt mehr denn je beim Betreiber. Mit LIPROTECT[®] bieten wir Ihnen ein komplettes Sicherheitsprogramm für den Umgang mit Gasen an:

- Sicherheitsschulungen
- Sicherheitsservices
- Sicherheitsprodukte

Vorsprung durch Innovation.

Linde Gas ist mehr. Linde Gas übernimmt mit zukunftsweisenden Produkt- und Gasversorgungskonzepten eine Vorreiterrolle im globalen Markt. Als Technologieführer ist es unsere Aufgabe, immer wieder neue Maßstäbe zu setzen. Angetrieben durch unseren Unternehmergeist arbeiten wir konsequent an neuen hochqualitativen Produkten und innovativen Verfahren.

Linde Gas bietet mehr – wir bieten Mehrwert, spürbare Wettbewerbsvorteile und erhöhte Profitabilität. Jedes Konzept wird exakt auf die Bedürfnisse unserer Kunden abgestimmt. Individuell und maßgeschneidert. Das gilt für alle Branchen und für jede Unternehmensgröße.

Wer heute mit der Konkurrenz von morgen mithalten will, braucht einen Partner an seiner Seite, für den höchste Qualität, Prozessoptimierungen und Produktivitätssteigerungen tägliche Werkzeuge für optimale Kundenlösungen sind. Partnerschaft bedeutet für uns jedoch nicht nur wir für Sie – sondern vor allem wir mit Ihnen. Denn in der Kooperation liegt die Kraft wirtschaftlichen Erfolgs.

Linde Gas – ideas become solutions.