

Schweissen verbindet.  
Schweiss-, Schneid- und Schutzgase.

Linde Gas

PanGas



# Inhaltsverzeichnis.

Eigenschaften von Schutzgaskomponenten	4
Schutzgase zum MAG-Schweissen	6
Lichtbogenarten	9
Schutzgase zum MAG-Hochleistungsschweissen	11
Schutzgase zum MAG-Schweissen nicht rostender Stähle	14
Schutzgase für das MIG-Schweissen	16
Schutzgase zum MSG-Löten	19
Schutzgase für das WIG-Schweissen	20
Oxidationsschutz durch Formiergase	24
Schutzgase für das Laserschweissen	26
Gase für das Laserschneiden	28
Schutzgase zum Plasmaschweissen	30
Gase für das Plasmaschneiden	31
Schutzgase für das Bolzenschweissen mit Hubzündung	32
Gase für die Autogentechnik	33
Die richtigen Schutzgase für jedes Schweissverfahren	37
Zusammensetzung der PanGas-Schutzgase	38
Literaturhinweise	39

# Schweisschutzgase von PanGas.

## Für hochwertige und wirtschaftliche Schweissnähte.

**PanGas-Schweisschutzgase für die Verfahren MIG-MAG und WIG sind in zwei Kategorien erhältlich, die wir Competence-Line und Performance-Line nennen. Nachfolgend möchten wir Ihnen kurz die kennzeichnenden Merkmale dieser Produktlinien vorstellen.**

### **Competence-Line**

Diese Kategorie umfasst alle Schweisschutzgase, die für vorwiegend manuelle Anwendungen der Schweissverfahren MIG-MAG und WIG eingesetzt werden und mit denen sich in Verbindung mit modernen Schweissmaschinen und den geeigneten Zusatzwerkstoffen hochwertige Schweissnähte erzeugen lassen. Diese Schutzgase sind seit längerer Zeit auf dem Markt etabliert und haben sich sehr bewährt. Sie ermöglichen ein zuverlässiges und reproduzierbares Arbeiten und werden von vielen Geräteherstellern empfohlen. Schutzgase der Competence-Line basieren auf dem Edelgas Argon mit weiteren Bestandteilen, die für saubere Schweissnähte mit gutem Einbrand verantwortlich sind. Hierbei handelt es sich um Zusätze von Sauerstoff, Kohlendioxid oder Stickstoff.

### **Performance-Line**

In der Schweissttechnik sind – wie in allen anderen Bereichen auch – immer mehr auch wirtschaftliche Überlegungen im Spiel. Diesem Trend folgend, wurden vermehrt Schutzgase entwickelt, welche die Wärmebilanz im Lichtbogen entscheidend verbessern und somit höhere Schweissgeschwindigkeiten und tieferen Einbrand ermöglichen: hierfür haben sich Zusätze von Helium oder Wasserstoff aufgrund ihrer hervorragenden Wärmeleitung als besonders wirksam erwiesen. Die Schweisschutzgase, die wir unter der Bezeichnung Performance-Line herstellen und liefern, sind daher vor allem für MIG-MAG- und WIG-Schweissungen konzipiert, bei denen mit höheren Schweissgeschwindigkeiten teils

manuell, jedoch bevorzugt vollmechanisch oder automatisiert gearbeitet wird. Wo es auf Qualität und Leistung gleichzeitig ankommt, sind diese Schutzgase genau die Richtigen. Weiterhin sind diese Schutzgasmischungen auch die Antwort auf immer weiter spezialisierte Zusatzwerkstoffe, die mit Standard-schutzgasen nicht immer optimal geschweisst werden können. Selbstverständlich können auch Spezialmischungen entwickelt werden, die auf den jeweiligen Kundenbedarf individuell abgestimmt sind.

Fragen Sie die Spezialisten von PanGas und Sie können mit kompetenter Beratung und Unterstützung rechnen. Unsere Schweisskurse in Aigle, Winterthur und Dagmersellen, die wir auch nach Ihren individuellen Anforderungen konzipieren können, eröffnen Ihnen ein zeitgemäßes schweisstechnisches Know-how.

CRONIGON®

CORGON®

COXOGEN®

CRONIWIG®

FORMIERGAS

VARIGON®

HYDRARGON®

H<sub>2</sub>

O<sub>2</sub>

MISON®

He

CO<sub>2</sub>

Ar

NO

N<sub>2</sub>

## Eigenschaften von Schutzgaskomponenten.

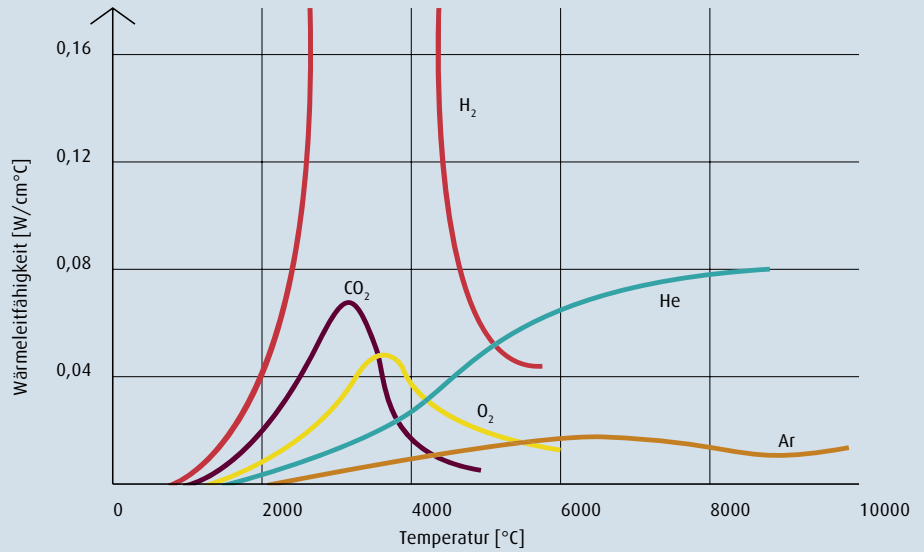
Die Schweisschutzgase sind aus wenigen, wirkungsvollen Komponenten zusammengesetzt.

Das Know-how über die Wirkungsweise und die richtige Mischung sind das Geheimnis für hochqualitative Schweissnähte.

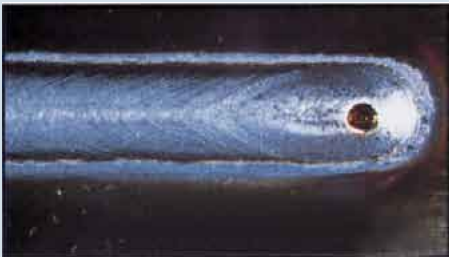
## Physikalische Eigenschaften verschiedener Gase

Gas	Dissoziationsenergie in eV/Molekül	Ionisationsenergie in eV/Molekül
H <sub>2</sub>	4.5	13.6
O <sub>2</sub>	5.1	13.6
CO <sub>2</sub>	4.3	14.4
N <sub>2</sub>	9.8	14.5
He		24.6
Ar		15.8
Kr		14.0

## Wärmeleitfähigkeit von Schutzgaskomponenten



## Chemische Eigenschaften



Schlackebildung bei unterschiedlichen CO<sub>2</sub>-Anteilen  
Argon +5% CO<sub>2</sub>



CORGON® 18



CORGON®-Mischgase für sicherheitsrelevante  
Bauteile in der PW-Produktion

### Schutzgase gezielt einsetzen

Mit Hilfe von Schutzgasen kann der Schweißprozess vielfältig beeinflusst und anwendungsspezifisch optimiert werden. Deshalb sollten die Schutzgase sehr gezielt gemäss ihren Eigenschaften eingesetzt werden.

Hierzu ist erforderlich, dass die Gasart bzw. das Gasgemisch entsprechend den gewünschten Wirkungseffekten ausgewählt wird. Die Optimierungsmöglichkeiten umfassen nahezu alle für den Schweißprozess relevanten Faktoren:

**Physikalische Gaseigenschaften** wirken auf Werkstoffübergang, Einbrandtiefe, Einbrandform, Schweißgeschwindigkeit und Zündverhalten. Gase mit geringerer Ionisationsenergie, wie beispielsweise Argon, erleichtern das Zünden und das Stabilisieren des Lichtbogens im Vergleich zu Gasen mit höherer Ionisationsenergie wie Helium. Dagegen ist Helium beim Laserstrahlschweißen besser zur Kontrolle des Plasmas und somit zur Kontrolle der Einschweißtiefe geeignet. Die Dissoziationsenergie mehratomiger Zumischkomponenten erhöht den Wärmeeintrag in den Grundwerkstoff durch die bei der Rekombination frei werdende Energie.

Die **Wärmeleitfähigkeit** beeinflusst Nahtformung, Schweißbadtemperatur, Benetzungsverhalten, Schweißbadentgasung und Schweißgeschwindigkeit. So lassen sich Schweißgeschwindigkeit und Einbrandverhalten beim MIG- und WIG-Schweißen von Aluminiumwerkstoffen durch Helium-Zugabe beachtlich steigern. Beim WIG-Schweißen rostbeständiger Stähle wird der gleiche Effekt durch Wasserstoff-Zugabe erzielt.

**Chemische Eigenschaften** beeinflussen das metallurgische Verhalten und die Nahtoberfläche der Schweißnaht. So führt Sauerstoff beispielsweise zu Abbrand von Legierungselementen und zu dünnflüssigen Schmelzbädern, zu viel Kohlendioxid dagegen zu Zubrand von Kohlenstoff bei legierten Werkstoffen. Argon und Helium verhalten sich metallurgisch neutral, während Wasserstoff reduzierend wirkt.

## Schutzgase zum MAG-Schweissen.

Viele Konstruktionen und Maschinen bestehen aus Baustählen. Ihre Belastbarkeit hängt von erstklassigen Schweissnähten ab, die häufig mit dem MAG-Verfahren und dem «richtigen» Schutzgas erzeugt werden.

Das Prinzip des MAG-Schweissens von Baustählen besteht darin, einen Stahldraht durch eine Schweißpistole zu führen und im Lichtbogen aufzuschmelzen. Dabei ist der Draht zugleich stromführende Elektrode und Schweisszusatzwerkstoff. Der Lichtbogen und das Schmelzbad werden durch das Schutzgas geschützt. Neben inerten Gasen, in der Regel Argon, enthält es auch aktive Bestandteile, vor allem Kohlendioxid und Sauerstoff, in Mengen, die der jeweiligen Schweissaufgabe gerecht werden müssen.

Für das MAG-Schweissen von unlegierten Baustählen werden verschiedene, nachfolgend aufgeführte Schutzgase von PanGas mit gutem Erfolg eingesetzt:

Competence-Line	Performance-Line
COXOGEN® 5/5	CRONIGON® He 20
CORGON® 15/5	
COXOGEN® 10	
COXOGEN® 15	
CORGON® 18	
MISON® 8	
MISON® 18	
MISON® 25	

Diese Schutzgase sind auch für Rohrstähe, Feinkornbaustähle sowie für niedrig legierte Einsatz- und Vergütungsstähle aller Art geeignet. MISON®-Schutzgase enthalten zusätzlich geringe Mengen an Stickstoff-Monoxid.

Schweisszusätze als Massivdrähte sind in der Norm EN 440 und als Fülldrähte in EN 758 beschrieben. Für höherfeste Feinkornbaustähle bietet das DVS-Merkblatt 0916 nützliche Schweisszusatz-Empfehlungen.



## Eigenschaften von Schutzgastypen

Eigenschaften	Ar/CO <sub>2</sub>	Ar/O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
Einbrand			
· Normalposition	gut	gut	gut
· Zwangslagen	sicherer mit zunehmendem CO <sub>2</sub> -Gehalt	kann kritisch werden wegen Vorlaufen des dünnflüssigen Schweißbades (Gefahr von Bindefehlern)	sehr sicher
Thermische Brennerbelastung	geringer werdend mit zunehmendem CO <sub>2</sub> -Gehalt	hoch, Leistung kann wegen zu heissem Brenner eingeschränkt werden	gering wegen guter Wärmeleitfähigkeit
Oxidationsgrad	steigend mit zunehmendem CO <sub>2</sub> -Gehalt	hoch z.B. bei 8% O <sub>2</sub>	hoch
Porosität	geringer werdend mit zunehmendem CO <sub>2</sub> -Gehalt	am empfindlichsten	sehr gering
Spaltüberbrückbarkeit	besser werdend mit abnehmendem CO <sub>2</sub> -Gehalt	gut	schlechter als bei den Mischgasen
Spritzerauswurf	steigend mit zunehmendem CO <sub>2</sub> -Gehalt	spritzerarm	grösster Spritzerauswurf, steigend mit zunehmender Leistung
Wärmeeinbringung	grösser werdend mit zunehmendem CO <sub>2</sub> -Gehalt Abkühlgeschwindigkeit niedriger, Rissgefahr durch Aufhärtung geringer	am geringsten Abkühlgeschwindigkeit hoch, Rissgefahr durch Aufhärtung grösser	hoch Abkühlgeschwindigkeit gering, Rissgefahr durch Aufhärtung gering
Lichtbogenart	KLB ÜLB SLB ILB/CO <sub>2</sub> -Anteile max. 20–25% HL-KLB	KLB ÜLB SLB ILB HL-KLB RLB	KLB LLB

Die hier dargestellten Eigenschaften der verschiedenen Schweißschutzgase bestimmen ihren Einsatz in der Praxis. Die Universalität der ArCO<sub>2</sub>-Gemische bzw. der ArCO<sub>2</sub>-Sauerstoffgemische hat zu deren dominierenden Anwendung geführt. Helium-Zusätze erweitern den Anwendungsbereich.



**Die Eigenschaften der Schutzgase** zum MAG-Schweissen unterscheiden sich je nach deren Zusammensetzung. Ausserdem beeinflusst ihre Zusammensetzung die mechanisch-technologischen Eigenschaften des Schweißgutes und die Nahtgeometrie.

Entscheidend werden die mechanisch-technologischen Güterwerte von dem Stickstoff- und Sauerstoff-Gehalt des Schweißgutes geprägt, da diese Gase mit gewissen chemischen Elementen aus dem Werkstoff zu Nitriden und Oxiden reagieren. Verbleiben diese in der Metall-Matrix, können sie als nichtmetallische Einschlüsse die Zähigkeit des Werkstoffs herabsetzen.

Der Sauerstoffgehalt des Schweißgutes wird besonders durch das Schutzgas beeinflusst. Reines CO<sub>2</sub> wurde als Schutzgas zu Beginn der Schutzgastechnik häufig verwendet. Es induziert jedoch einen Sauerstofflevel von 600 bis 800 ppm im Schweißgut. Die zusätzlich im Draht frei werdenden Sauerstoffmengen spielen dabei keine Rolle mehr. Das Schweißgut hat bei diesen Sauerstoffkonzentrationen sehr viele oxidische Einschlüsse und weist grobnadeligen Ferrit im Schweißgut auf. Die Kerbschlagzähigkeit des Schweißgutes als Mass für die Werkstoff-Zähigkeit ist dabei eher mässig. Argonreiche Mischgase führen dagegen zu einem geringeren Sauerstofflevel von 350 bis 450 ppm im Schweißgut. Hierdurch sind

wenige oxidische Einschlüsse im Schweißgut vorhanden und es bildet sich feinnadeliger Ferrit im Gefüge aus. Die Kerbschlagarbeit erreicht höhere Werte. In Kombination mit einem sehr niedrigen Stickstoffanteil, welcher in erster Linie vom Schweißdraht kommen sollte, ergibt sich eine sehr gute Kerbschlagzähigkeit auch bei tiefen Prüftemperaturen.

Bild oben:

Einsatz von CORGON® 18 beim Roboterschweissen von Hubmasten

Bild links:

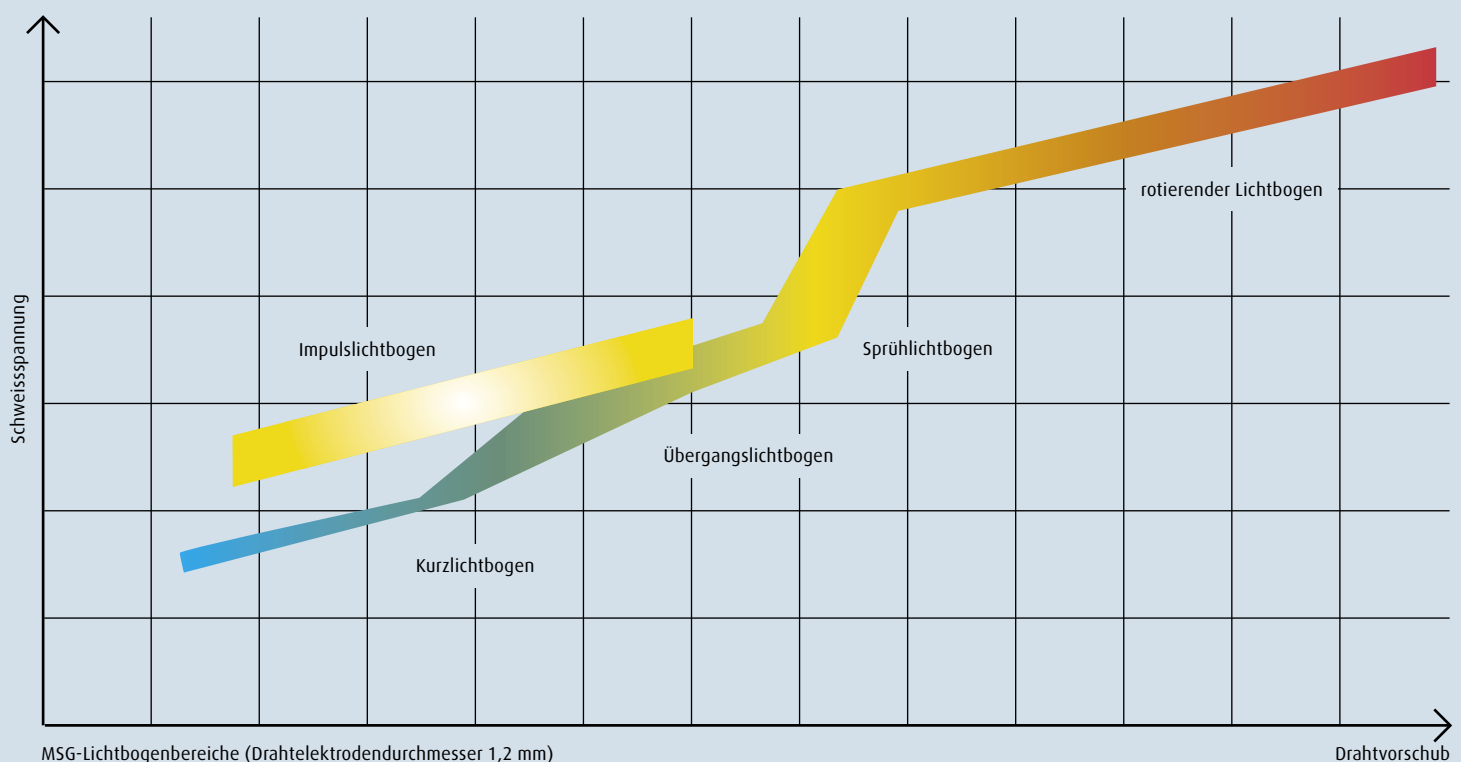
Einsatz von CORGON® 15/5 beim MAG-Roboterschweissen

Bild rechts:

Manuelles MAG-HL-Schweissen im schweren Maschinenbau mit CORGON® He-Gemischen

## Lichtbogenarten.

Die Metall-Schutzgas-Technik mit abschmelzender Drahtelektrode ermöglicht durch die Wahl von Schutzgas und Schweissparametern verschiedene Lichtbogentypen, die sich in der Art des Werkstoffübergangs deutlich voneinander unterscheiden. Entscheidend für die richtige Wahl der Lichtbogenart sind Blechdicke, Schweissposition und Schutzgastyp.





#### 1. Reihe

links: Kurzlichtbogen

Mitte: Übergangslichtbogen (ÜLB)  
oder Langlichtbogen (LLB)

rechts: Sprühlichtbogen (SLB)

#### 2. Reihe:

Mitte: Hochleistungs-Lichtbogen (HL) rotierend

rechts: Impulslichtbogen (ILB)



### Lichtbogenarten –

#### Wirkung und Anwendungsbereiche

**Der Kurzlichtbogen (KLB)** wird für dünne Bleche, Zwangslagen- und Wurzelschweißungen im niedrigen Leistungsbereich verwendet. Der Werkstoffübergang erfolgt mit geringer Spritzerbildung im Kurzschluss.

**Der Übergangslichtbogen (ÜLB)** wird für mittlere Leistung beim MAG-Schweissen mittlerer Blechdicken unter Argon-Mischgasen bevorzugt. Der Werkstoffübergang erfolgt grobtropfig, teilweise im Kurzschluss – jedoch mit geringerer Spritzerbildung als beim LLB unter Kohlendioxid.

**Im Langlichtbogen (LLB)** werden mit hohen Leistungen grössere Wanddicken unter Kohlendioxid MAG-geschweisst. Der Werkstoffübergang ist grobtropfig und spritzerbehaftet.

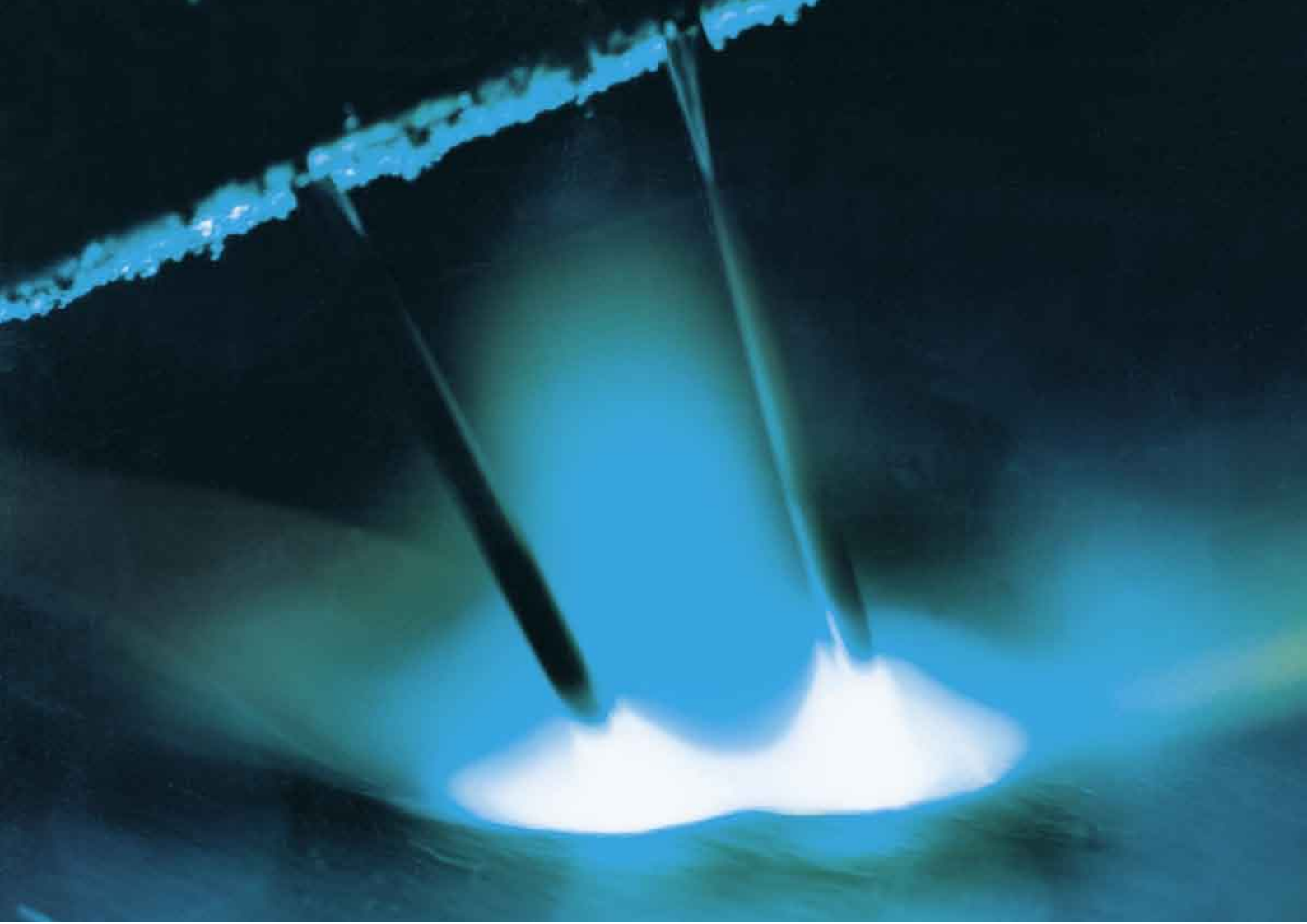
**Der Sprühlichtbogen (SLB)** erlaubt unter Argon-Mischgasen grosse Abschmelzleistungen und höhere Schweissgeschwindigkeiten bei grösseren Wanddicken. Der Werkstoffübergang erfolgt feintropfig ohne Kurzschlüsse und ist sehr spritzerarm.

#### Die Hochleistungs-Lichtbogenarten (HL)

werden für sehr hohe Abschmelzleistungen und Schweissgeschwindigkeiten unter speziellen

Argon-Mischgasen mit Helium-Anteilen verwendet. Je nach Schutzgaszusammensetzung stellen sich unterschiedliche Lichtbogenarten und Werkstoffübergänge ein: man kann einen Hochleistungs-Kurzlichtbogen (HL-KLB), einen Hochleistungs-Sprühlichtbogen (HL-SLB) und einen rotierenden Lichtbogen (RLB) voneinander unterscheiden.

**Der Impulslichtbogen (ILB)** ist generell für alle Leistungsbereiche beim MIG- und MAG-Schweissen unter argonreichen Mischgasen einsetzbar: bevorzugt wird er für den mittleren Leistungsbereich anstelle des Übergangslichtbogens verwendet. Der Werkstoffübergang erfolgt kurzschlussfrei mit definierter Tropfenbildung pro Impuls. Der Impulslichtbogen weist die geringste Spritzerbildung im Vergleich zu allen anderen Lichtbogenarten auf. Der Einsatz des Impulslichtbogens unter CO<sub>2</sub> ist nicht möglich, da Kohlendioxid einen punktförmigen Lichtbogenansatz bewirkt und die Tropfen-Einschnürung (Pincheffekt) unterdrückt wird. Der Schweissguttropfen wird durch eine nach oben gerichtete Kraftkomponente hochgedrückt und es erfolgt ein nicht gewünschter grobtropfiger Werkstoffübergang.

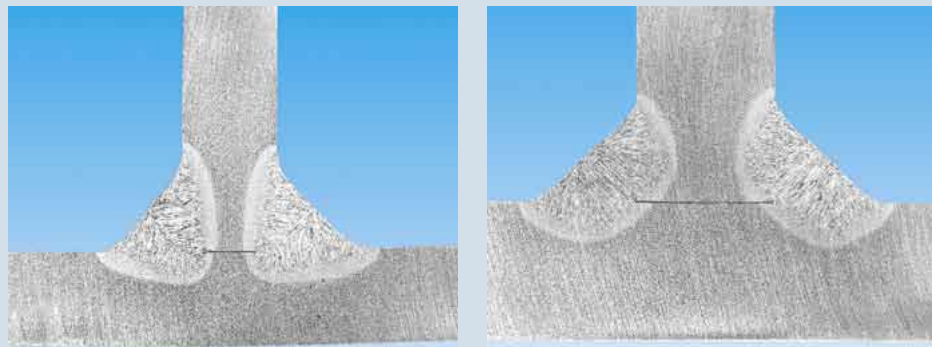


**Schutzgase zum MAG-Hochleistungsschweißen.**  
Hohe Produktivität und erstklassige Qualität der  
Schweissnaht: Beim MAG-Hochleistungsschweißen  
erreicht man beides mit prozessangepassten  
Schutzgasen.



Gabelstapler-Hubmasten werden wirtschaftlich und mit sehr hoher Nahtqualität mit heliumhaltigen Schutzgasen geschweisst.

### Einbrandverhalten abhängig vom Drahtvorschub



### Schweißparameter anhand von zwei Beispielen

Beispiel 1		Beispiel 2	
10 mm	Blechedicke	15 mm	
1,2 mm	Drahtdurchmesser	1,2 mm	
5,5 mm	a-Mass	7 mm	
PA (w)	Schweißposition	PA (w)	
15 m/min	Drahtvorschub	25 m/min	
8,0 kg/h	Abschmelzleistung	13,3 kg/h	
365 A	Schweißstrom	446 A	
37,5 V	Schweißspannung	44,5 V	
0,45 m/min	Schweißgeschwindigkeit	0,50 m/min	

Das MAG-Hochleistungsschweißen wird seit einigen Jahren erfolgreich im schweren Maschinen-, Brücken- und Fahrzeugbau verwendet und erhöht die Abschmelzleistung gegenüber dem konventionellen Sprühlichtbogen beachtlich. Neben speziellen Schutzgasen werden Stromquellen mit hoher Leistung und einem präzise geregelten Drahtvorschub benötigt.

Die nachfolgenden Schutzgase wurden speziell für das MAG-Hochleistungsschweißen entwickelt; einem MAG-Verfahren mit erhöhten Drahtvorschubwerten und erhöhter Abschmelzleistung.

Competence-Line	Performance-Line
CORGON® S 5	T.I.M.E.-Gas®
	CORGON® He 30

**T.I.M.E.-Gas®** ist eine speziell entwickelte 4-Komponenten-Mischung. Sie enthält nur einen geringen Anteil der oxidierenden Komponenten CO<sub>2</sub> und O<sub>2</sub> und zeichnet sich deshalb durch geringe Oberflächenoxidation, also geringe Schlackenbildung auf der Schweißnaht und durch geringe Oxid-Anteile im Schweißgut aus. Zudem ist die Spritzerbildung sehr gering und das Benetzungsverhalten als sehr gut zu bezeichnen.

**CORGON® S 5** als sauerstoffhaltiges Schutzgas stabilisiert den rotierenden Hochleistungslichtbogen (bewirkt einen breiten Flankeneinbrand) in einem weiten Leistungsbereich.

**CORGON® He 30** als 3-Komponenten-Schutzgas wird mit Vorteil dann eingesetzt, wenn mit Sprühlichtbogen oder Impulslichtbogen im HL-Bereich gearbeitet wird. Dieses Schutzgas ist auch im MAG-Tandem-Verfahren einsetzbar.



MAG-Schweißen eines plattierten Trägers  
mit CRONIGON®

Die korrosionsbeständigen Stähle haben je nach Legierungsbestandteilen und Wärmebehandlung unterschiedliche Gefüge, wodurch die mechanischen Eigenschaften, die Korrosionsfestigkeit und die Schweißbarkeit beeinflusst werden. Die verschiedenen Stahlsorten werden nach ihren Gefügen zusammengefasst. Die austenitischen Stähle haben sehr gute Korrosionseigenschaften und lassen sich gut kalt umformen. Die ferritischen Stähle sind sehr gut in schwefelhaltigen Atmosphären einsetzbar und gelten als hitzebeständig. Die martensitischen Stähle zeichnen sich besonders durch ihre hohe Härte aus. Duplex-Stähle haben ein zweiphasiges Gefüge aus Austenit und Ferrit und vereinen gute korrosions-chemische Eigenschaften mit interessanten mechanisch-technologischen Dispositionen. Das MAG-Schweißen aller hochlegierten Stähle und Ni-Basis-Werkstoffe erfordert spezifische Schweißzusätze und speziell auf diese Werkstoffe abgestimmte Schweißschutzgase.

### Schutzgase

Schutzgase für das MAG-Schweißen hochlegierter Stähle sind:

<u>Competence-Line</u>	<u>Performance-Line</u>
CRONIGON®	CRONIGON® He 20
MISON® 2	CRONIGON® He 33
	CRONIGON® He 30 S
	MISON® 2 He

Diese Schutzgase eignen sich für:

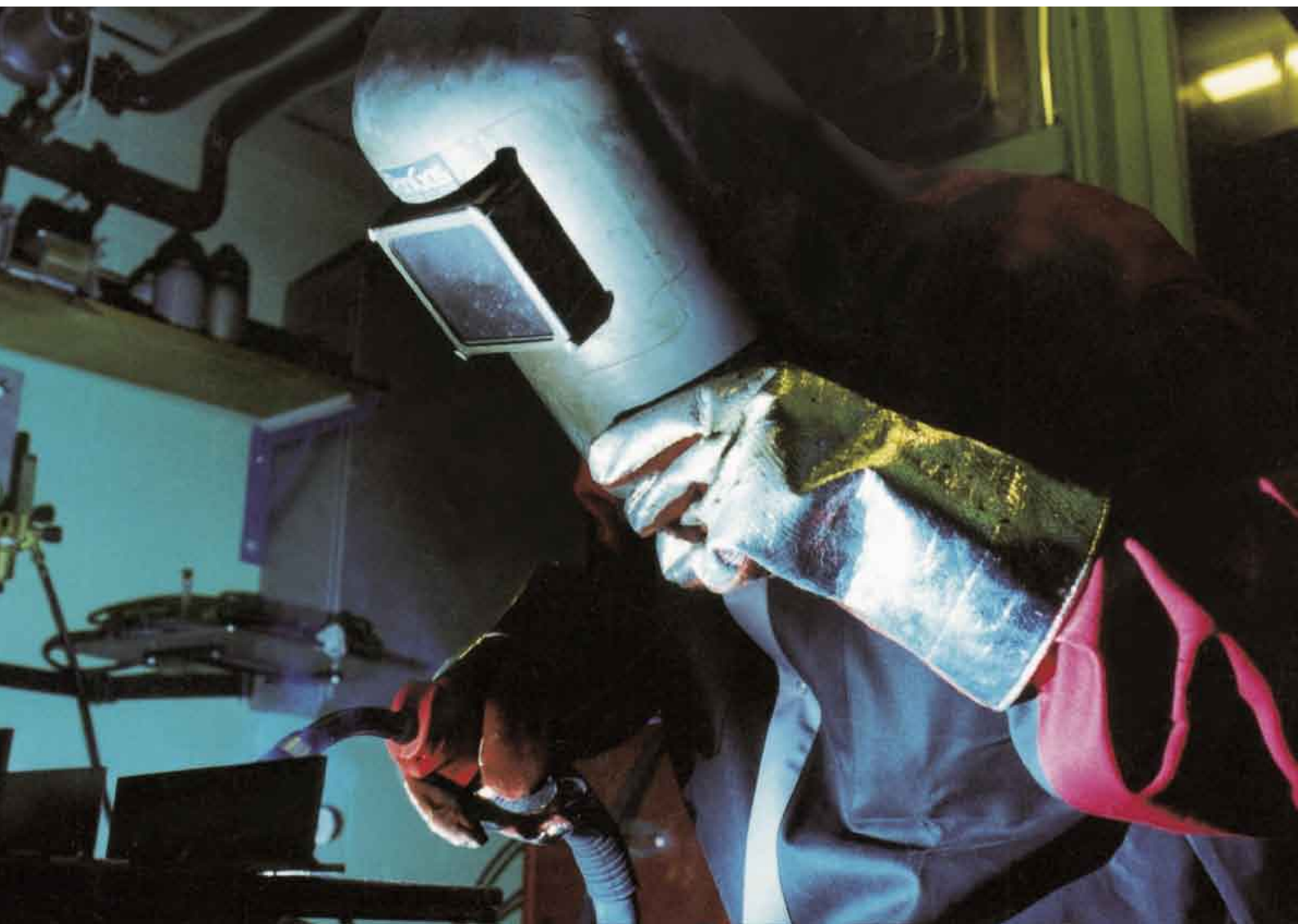
- nicht rostende Stähle nach EN 10088
- hitzebeständige Walz- und Schmiedestähle nach SEW 4670
- Sonderedelstähle
- Nickel und Nickelbasis-Werkstoffe

Die Schweißzusatzwerkstoffe sind in EN 12072 für das Schweißen nicht rostender und hitzebeständiger Stähle genormt. Für das MAG-Schweißen sind sowohl der Kurz-, Übergangs- und Sprühlichtbogen als auch der Impulslichtbogen anwendbar. Zum Erhalt der Korrosionsbeständigkeit ist der Kohlenstoffgehalt von Bedeutung. Für niedrig gekohlte Stähle, den ELC-Qualitäten, darf der Wert von 0,03 % im Schweißgut nicht überschritten werden, wenn Glühbehandlungen notwendig sind.

Die Darstellung des Kohlenstoff-Abbrandes, beziehungsweise -Zubrandes zeigt deutlich, dass bei CRONIGON®- und CRONIGON® He-Schutzgasen keine Sensibilisierung des Werkstoffes auftreten kann. Obwohl bei COXOGEN® 5/5 der gemessene Kohlenstoffgehalt im Schweißgut unter der ELC-Grenze liegt, sollte dieses Schutzgas für Bauteile mit Korrosionsbeanspruchung nicht eingesetzt werden.

## Schutzgase zum MAG-Schweißen nicht rostender Stähle.

Die Verarbeitung korrosionsbeständiger Edelstähle ist eine besondere Herausforderung: Mit den richtigen Schweißschutzgasen wird diese Aufgabe technisch und wirtschaftlich optimal gelöst.

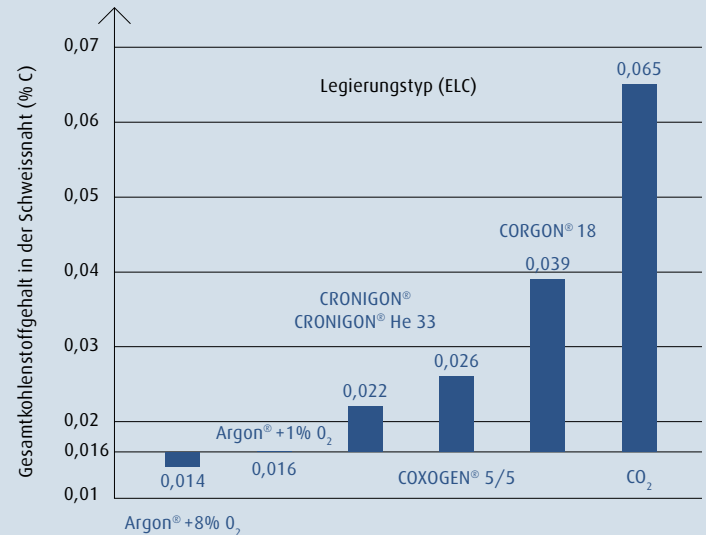


## Anwendungsübersicht

Schutzgas	Eigenschaften	Werkstoffe
CRONIGON® MISON® 2	geringe Oxidation	ferritische Cr-Stähle, austenitische CrNi-Stähle, Duplex- und Super-Duplex-Stähle
CRONIGON® He 33 CRONIGON® He 20 MISON® 2 He	gute Benetzung, höhere Schweissgeschwindigkeit, minimaler Spritzeranfall	korrosionsbeständige, austenitische CrNi-Stähle, hitzebeständige, austenitische CrNi-Stähle, Sonderedelstähle, z. B. Duplex-Stähle
CRONIGON® He 30 S	gute Benetzung und Lagenüberschweisbarkeit, geringe Oxidation	Nickel und Ni-Basis-Legierungen

## Kohlenstoff-Zu- und -Abbrand mit unterschiedlichen Schutzgasen

Kohlenstoffgehalt der Drahtelektrode: 0,016%



### Wichtige Anwendungshinweise

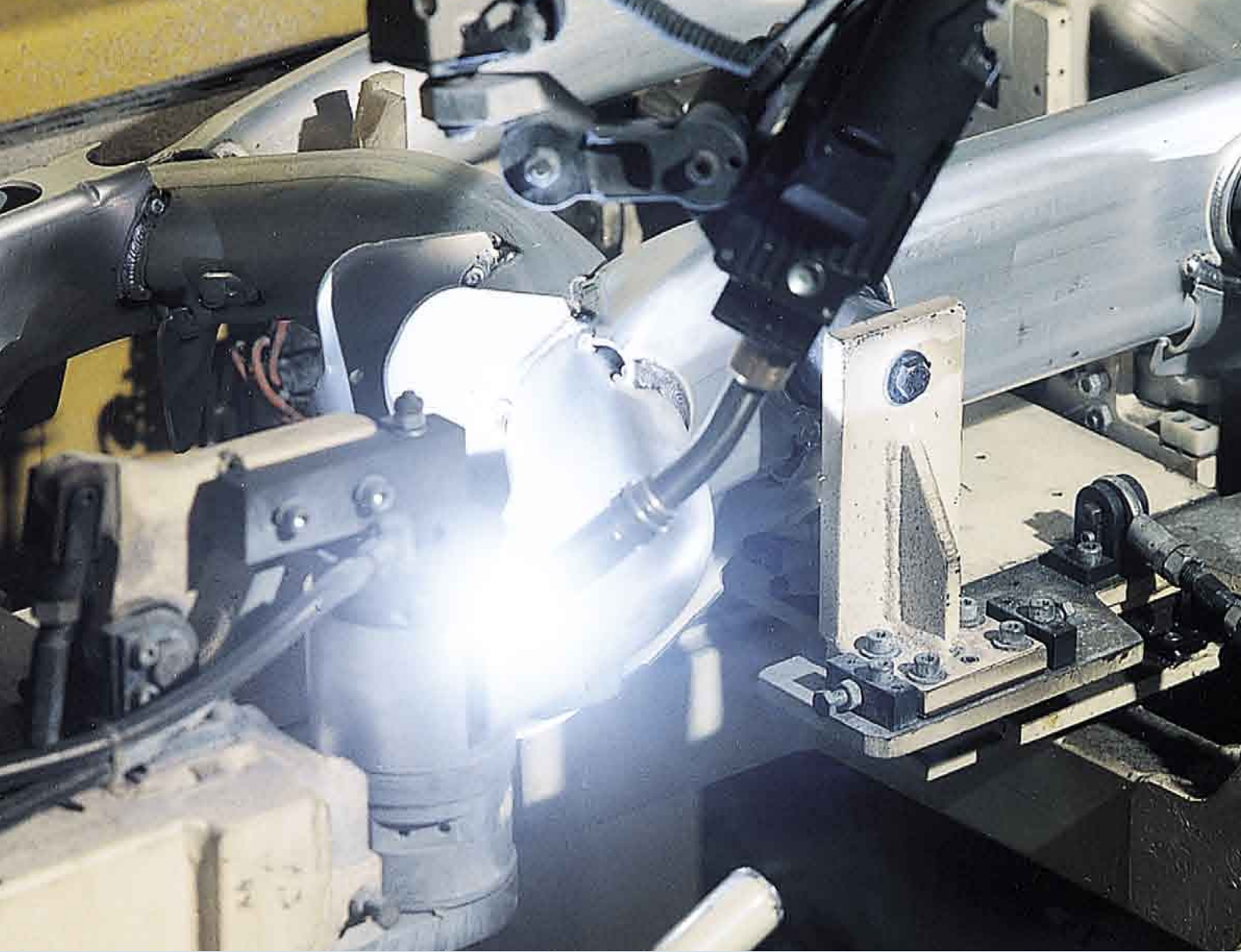
Austenitische CrNi-Stähle und ferritische Cr-Stähle lassen sich sehr gut im Sprühlichtbogen verschweißen. Im Vergleich zu den unlegierten Werkstoffen beginnt der Sprühlichtbogen schon bei ca. 20% niedrigeren Drahtgeschwindigkeiten. Beim Schweißen von hochlegierten Werkstoffen bietet die Impulstechnik den Vorteil eines stabilen, spritzerarmen Werkstoffübergangs für den gesamten Abschmelzbereich. Sie ermöglicht den Einsatz dickerer förderstabiler Drähte mit besserer Stromübertragung. Ausserdem ist die Impulstechnik ausgezeichnet für Fallnähte geeignet. Nickel-Werkstoffe und die meisten Sonderedelstähle sollten bevorzugt mit der Impulstechnik verschweisst werden. Der Einsatz der heliumhaltigen Gasmischungen ist für die vergleichsweise zähfließenden molybdänlegierten Stähle besonders vorteilhaft, weil sich ein besseres Fließverhalten ergibt. Das Schutzgas CRONIGON® He 30 S ist hauptsächlich für das MAG-Schweißen von Nickel-Basislegierungen entwickelt worden. Der geringe CO<sub>2</sub>-Anteil von nur 550 vpm (0,055%) gewährleistet ein sehr stabiles Lichtbogenverhalten bei gleichzeitiger Wahrung der Korrosionseigenschaften des Werkstoffes. Beimischungen von Helium bzw. Wasserstoff sorgen für herausragende Flieseigenschaften und Zwangslagen-Eignung.

Die Zwischenlagen-Temperaturen sind abhängig vom Werkstoff-Typ; zum Beispiel:

- austenitische CrNi-Stähle 150–200 °C
- Nickel-Werkstoffe 50–100 °C

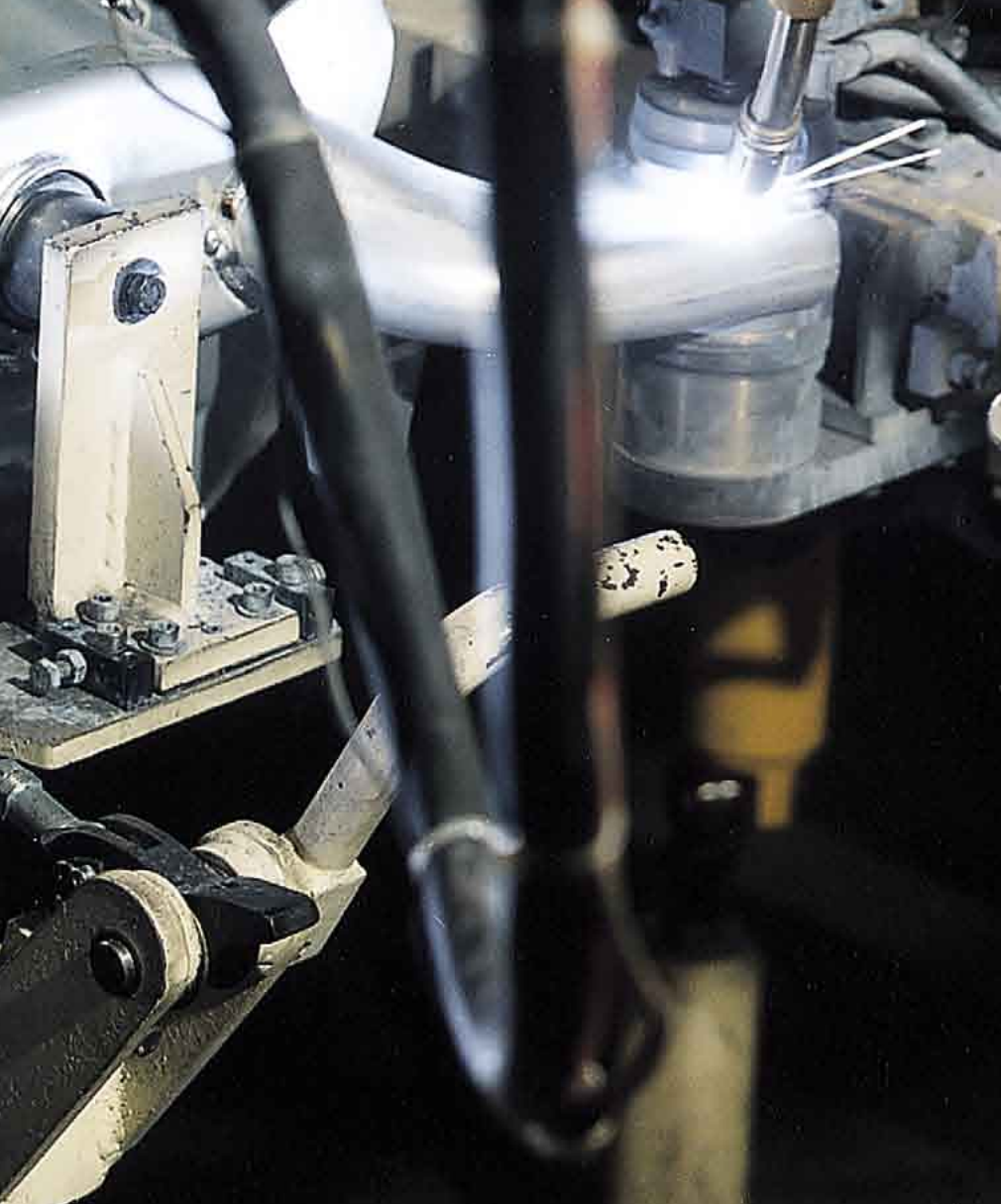
Untersuchungen im PanGas Technologie-Zentrum haben einige weitere interessante Besonderheiten ergeben:

- Die jeweiligen Grund- und Zusatzwerkstoffe wirken sich auf Nahtgeometrie, Oberflächenbeläge, Benetzungseigenschaften und Lichtbogenstabilität unterschiedlich aus.
- Die Brennerstellung ist bei allen Werkstoffen ca. 10° stechend zu wählen.
- Das Schweißgut ist in Strichraupen (thermisch schonend) einzubringen. Der Lichtbogen muss ganz vorne am Schmelzband geführt werden. Schon geringes Vorlaufen des Schmelzbandes hat starke Spritzerbildung zur Folge – vor allem bei Nickel-Werkstoffen.



## Schutzgase für das MIG-Schweißen.

Die Nichteisenmetalle, allen voran Aluminium, werden sehr sicher und kostengünstig mit dem MIG-Verfahren gefügt: spezielle Schutzgase sind dabei eine wichtige Voraussetzung für gute Schweißergebnisse.



Das MIG-Schweissen unterscheidet sich vom MAG-Schweissen generell nur durch den verwendeten Schutzgastyp: es werden nur inerte Schutzgas-Gemische verwendet, da die zu verschweißenden Metalle keine aktiven Gasbestandteile vertragen. Mit Vorteil können jedoch zur Stabilisierung des MIG-Lichtbogens sehr geringe Mikrodotierungen von Sauerstoff oder Stickstoffmonoxid toleriert werden, die in vielen Fällen noch keine schädlichen Einflüsse auf den Werkstoff ausüben.

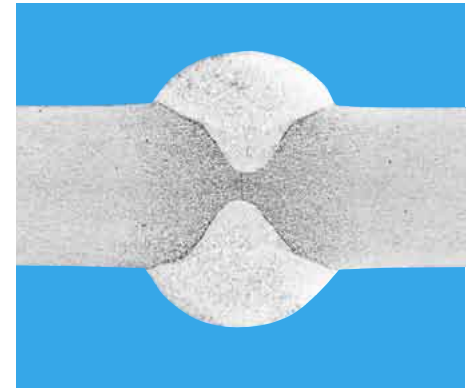
#### Schutzgase für das MIG-Schweissen von Nichteisen-Metallen

Schutzgase für das MIG-Schweissen von Nichteisen-Metallen wie Aluminium, Kupfer oder Nickel sind inerte Gase wie:

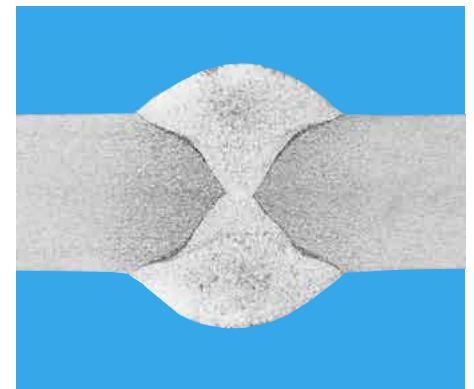
Competence-Line	Performance-Line
Argon 4.6/Argon 4.8	VARIGON® He 10
MISON® Ar	MISON® He 20
	VARIGON® He 30 S
	VARIGON® He 50
	VARIGON® He 60
	VARIGON® He 70

Für das MIG-Schweissen sind Kurz-, Sprüh- und Impulslichtbogen anwendbar. Besonders für weichere Aluminium-Zusatzwerkstoffe bietet der Impulslichtbogen entscheidende Vorteile durch den Einsatz von Drahtelektroden grösseren Durchmessers mit erhöhter Förderstabilität.

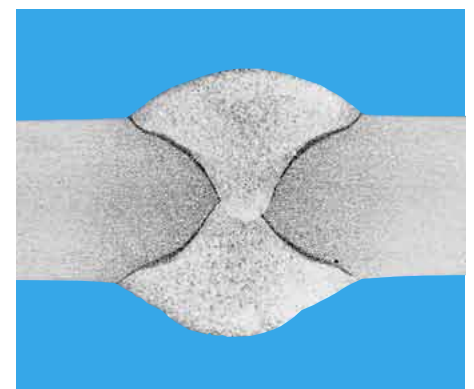
#### Helium verändert Nahtkontur, Einbrand, Form und Schweissspannung



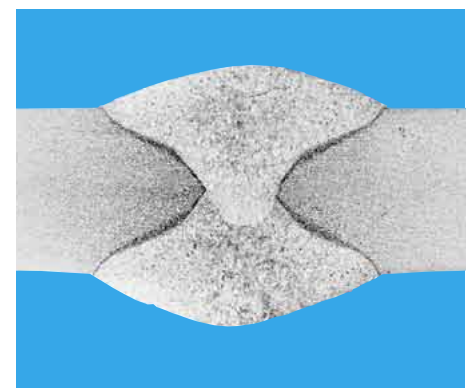
Argon: 20 l/min, 280 A/25 V



VARIGON® He 30 S: 20 l/min, 282 A/27 V



VARIGON® He 50: 28 l/min, 285 A/30 V



VARIGON® He 70: 38 l/min, 285 A/34 V



MIG-Schweisnaht an Aluminium



MISON® He 20: MIG-Schweisnähte an Fahrzeug-Aufbau



MISON® He 20: MIG-Schweisnaht an Aluminium-Werkstück

### Korrekturfaktoren und Mindest-Schutzgasmengen

Schutzgas	Korrekturfaktor – abgelesene Gasmenge multipliziert mit	Mindest-Schutzgasmenge
VARIGON® He 30 S	1,14	18 l/min
VARIGON® He 50	1,35	28 l/min
VARIGON® He 70	1,75	35 l/min
100% He	3,16	40 l/min

Die Schweißzusätze für Nichteisen-Werkstoffe sind wie folgt genormt:

- Aluminium-Werkstoffe in EN 18273 (E)
- Kupfer und Kupferlegierungen in DIN 1733
- Nickel und Nickellegierungen in DIN 1736

Der vergleichsweise heissere Lichtbogen der VARIGON® He und der VARIGON® He S-Schutzgasmische hat sich besonders für die gut wärmeleitenden Aluminium- und Kupferwerkstoffe bewährt. Magnesium und seine Legierungen sind besser mit Schutzgasen ohne Helium zu schweissen.

Die Dotierung der inerten Gase bewirkt beim Schutzgasschweissen von Aluminium eine bessere Lichtbogenstabilität. Als Dotierungsstoffe dienen entweder 275 vpm Stickstoffmonoxid in MISON® Ar und MISON® He 20 oder 300 vpm Sauerstoff beim VARIGON® He 30 S. Als Ergebnis resultiert daraus eine deutliche Spritzerreduzierung sowie eine deutlich schönere MIG-Schweisnaht durch feinere Schuppung.

### Hinweise zur Helium-Anwendung

Ein zunehmender Helium-Anteil verlangt bei gleicher Lichtbogenlänge eine höhere Lichtbogenspannung. Helium im Schutzgas führt ausserdem zu einer breiteren und damit flacheren Naht. Der Einbrand ist nicht mehr fingerförmig wie bei Argon, sondern wird runder und tiefer. Die günstigeren Einbrandverhältnisse erleichtern das sichere Durchschweissen im Wurzelbereich und erlauben eine höhere Schweissgeschwindigkeit.

Helium ist bedeutend leichter als Luft. Diese Eigenschaft muss sowohl bei der Messung des Durchflusses (Korrekturfaktor) als auch beim Festlegen der Mindest-Schutzgasmenge berücksichtigt werden. Helium verbessert die Entgasungsbedingungen des Schmelzbades und vermindert die Porosität.

Insgesamt ergibt sich eine bessere Wirtschaftlichkeit für die Bauteilherstellung, auch wenn die Kosten für He-haltige Schutzgase höher liegen.

## Schutzgase zum MSG-Löten.

MSG-Löten mit den richtigen Schutzgasen ist in einigen Fällen eine interessante Alternative zum MSG-Schweißen.

Das MSG-Löten oder MSG-Lötschweißen ist ein noch junges Verfahren und wird speziell zum Fügen von beschichteten Feinblechen angewendet. Hierbei wird mit Vorteil im Impulslichtbogen oder Kurzlichtbogen gearbeitet. Es ist ein möglichst geringes Wärmeeinbringen gefragt, um Beschichtungsabbrand und Verzug gering zu halten. Daher braucht es tiefe Leistungsbereiche der Stromquellen sowie Schutzgase mit geringer Wärmeleitfähigkeit.

### Grundmaterial und Zusatzwerkstoff

Das MSG-Löten kommt vor allem bei elektrolitisch ein- oder zweiseitig verzinkten Blechen zum Einsatz. Oft wird Feinblech aus unlegiertem Stahl, z. B. STE 180 BH ZE mit einer Dehngrenze von 180–240 N/mm<sup>2</sup> verwendet. Gebräuchliche Zinkschichten liegen bei 0,0025–0,0100 mm bei Blechdicken von 0,5–3,0 mm. Zink hat einen Schmelzpunkt von 419 °C und verdampft bei 908 °C: also deutlich unter der Schmelztemperatur von Stahl. Daher ist ein Lötprozess zur

Schonung der Zinkschicht vorteilhaft, sofern die mechanischen Anforderungen an die Lötnaht erfüllt werden können. Auf verzinkten Blechen werden am häufigsten Bronzedrähte als Zusatzwerkstoff eingesetzt, z. B. SG-CuSi 3 nach DIN 1733.

Vorteile von CRONIGON® gegenüber Argon:

- besseres Benetzungsverhalten
- reduzierte Porenanfälligkeit
- bessere Tropfenablösung und dadurch wenige Spritzer
- höhere Lötgeschwindigkeit

Folgende Schutzgase werden empfohlen:

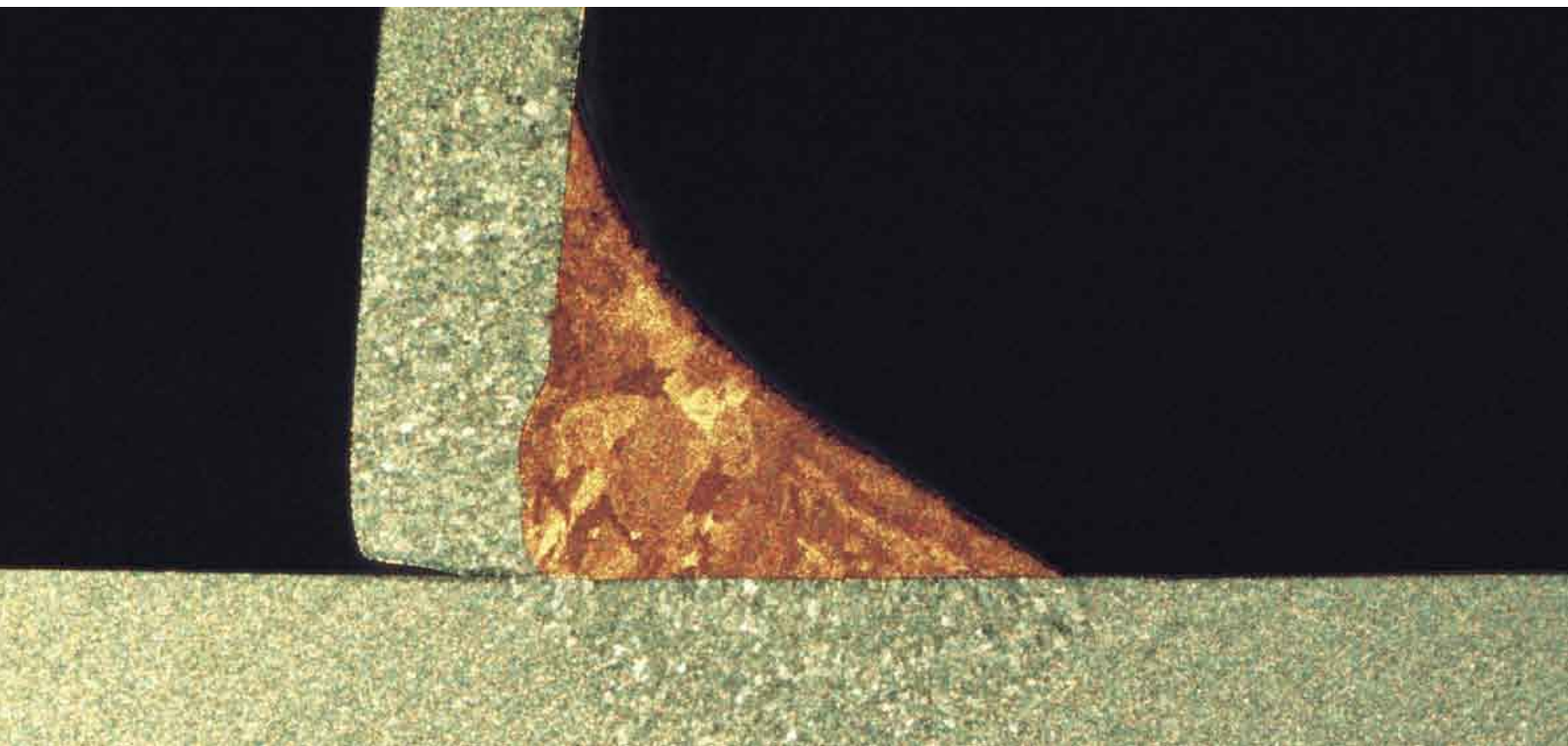
### Competence-Line

Argon 4.6/Argon 4.8

CRONIGON®

Auch aus dem Metallbau liegen erfolgreiche Beispiele von MSG-Lötverbindungen an Baustählen höherer Festigkeiten vor, z. B. an S 355 JR G3. Da im Automobilbau in Zukunft verstärkt verzinktes Material eingesetzt wird, dürfte auch dem MSG-Löten eine stärkere Bedeutung zukommen.

Bei anderen Lötwerkstoffen wie z. B. SG-Cu Al 8 empfehlen wir generell angepasste Gasgemische.





## Schutzgase für das WIG-Schweissen.

Auch in der «hohen Kunst des Schweissens» – dem WIG-Schweissen – lässt sich mit dem richtigen Schutzgas oft noch eine beträchtliche Leistungssteigerung erzielen.



WIG-geschweisster Flansch

### Schutzgase und Werkstoffe

Schutzgas	Werkstoff	Bemerkungen
Argon	alle schweisbaren Metalle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• häufigste Anwendung, Argon 4.8 auch bei gasempfindlichen Werkstoffen und als Wurzelschutz</li> </ul>
MISON® Ar		<ul style="list-style-type: none"> <li>• lichtbogenstabilisierende Wirkung</li> </ul>
MISON® He 20	Al und Al-Legierungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erhöhte Lichtbogenstabilität und Zündsicherheit beim Wechselstromschweissen</li> </ul>
VARIGON® He 10		
VARIGON® He 30 S		
VARIGON® He 10	Al und Al-Legierungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• durch heisseren Lichtbogen besserer Einbrand</li> <li>• höhere Schweissgeschwindigkeit</li> </ul>
VARIGON® He 30 S	Cu und Cu-Legierungen	
VARIGON® He 50		
VARIGON® He 70		
Helium		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zündschwierigkeiten durch He Zünden unter Argon</li> </ul>
HYDRAGON® 2	hochlegierte Chrom-Nickel-Stähle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• durch heisseren Lichtbogen besserer Einbrand</li> <li>• höhere Schweissgeschwindigkeit</li> </ul>
MISON® H 2		
HYDRAGON® 5		
HYDRAGON® 7		
VARIGON® He 10	Nickel und Ni-Basislegierungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zur Porenvermeidung</li> </ul>

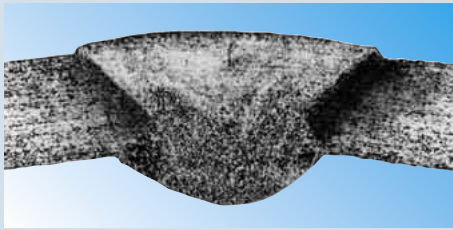
Das enorm vielseitige WIG-Schweissverfahren erzeugt mit einer nicht abschmelzenden Wolfram-Elektrode qualitativ hochwertige Nähte ohne Spritzer und Schlacken. Das Hauptanwendungsgebiet liegt bei Werkstoffen von ca. 0,3–4,0 mm Dicke, wobei alle Schweisspositionen geschweisst werden können. Die in Frage kommenden Schweisschutzgase sind auf die Besonderheiten des Verfahrens abgestimmt. Im Gegensatz zu den Metall-Schutzgasverfahren MIG-MAG brennt der Lichtbogen beim WIG-Schweissen zwischen einer nicht abschmelzenden Wolframelektrode und dem Grundwerkstoff. Zum Schutz von Wolframelektrode und Schmelzbad sind die inerten Gase wie Argon oder Helium bzw. Gasgemische mit nicht oxidierenden Komponenten notwendig. Das WIG-Schweissen ist bei allen schmelzbaren Metallen anwendbar. Die Auswahl von Stromart, Polarität und Schutzgas richtet sich nach dem Grundwerkstoff.

### Schutzgase für das WIG-Schweissen von Aluminium, Kupfer, legierten und unlegierten Stählen

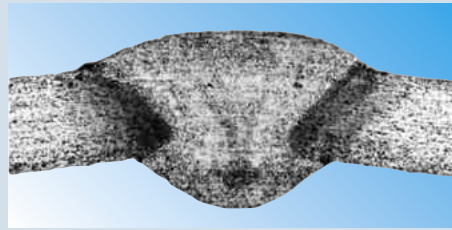
Competence-Line	Performance-Line
Argon 4.6/Argon 4.8	Helium 4.6
MISON® Ar	VARIGON® He 10
	MISON® He 20
	VARIGON® He 30 S
	VARIGON® He 50
	VARIGON® He 60
	VARIGON® He 70

Argon-Helium-Gemische mit steigenden Heliumanteilen wirken sich vorteilhaft auf die Wärmeentwicklung im Lichtbogen aus. Dies ermöglicht es, den schnellen Wärmeabfluss bei thermisch gut leitenden Metallen wie Aluminium oder Kupfer zu kompensieren. Höhere Heliumanteile ermöglichen zudem höhere Schweissgeschwindigkeiten. Keinesfalls dürfen wasserstoffhaltige Gase zum Schweissen von Aluminium-Werkstoffen (erhöhte Porosität) und wasserstoffempfindlichen Stählen eingesetzt werden.

### Auswirkung der Schutzgase auf die Schweissgeschwindigkeit



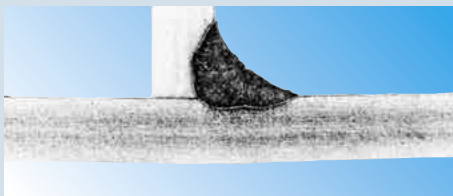
Argon  
Schweissgeschwindigkeit 10 l/min  
10 cm/min



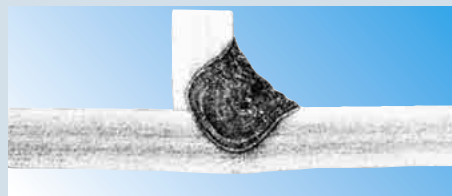
VARIGON® He 50  
15 l/min  
20 cm/min

Mehr Heliumanteil führt zu höheren Schweissgeschwindigkeiten. Hier beim Schweißen einer 3 mm dicken AlZn 4,5 Mg 1-Legierung

### Lichtbögen mit und ohne H<sub>2</sub>-Zumischungen



Argon  
Schweissgeschwindigkeit 7 cm/min



HYDRAGON® 7  
11 cm/min

Kehlnaht am Werkstoff 1.4301.

Bei erhöhtem Wasserstoffanteil: Einbrandverhalten und Schweissgeschwindigkeit sind erheblich verbessert

### Schutzgase für das WIG-Schweissen von legierten Stählen und Nickel-Basislegierungen

Competence-Line	Performance-Line
CRONIWIG® N 3	HYDRARGON® 2
MISON® H 2	HYDRARGON® 5
	HYDRARGON® 7
	CRONIWIG® N 3 He
	VARIGON® He 10

Auch durch Wasserstoff lässt sich die Energiebilanz des WIG-Lichtbogens verbessern. Wasserstoff darf aber nur für hochlegierte, nicht rostende Stähle bzw. für Nickel und Nickel-Basislegierungen, eingesetzt werden. Bis zu 10% Wasserstoff in Argon verbessern das Einbrandverhalten und die Schweissgeschwindigkeit deutlich.

### Schutzgase zur Ferrit-Unterdrückung

Bei speziellen Anwendungen kann der Ferritgehalt in austenitischen Stählen zu einem Problem werden, da der Gefügebestandteil Ferrit zu selektiver Korrosion führt. Dies betrifft speziell Anwendungen in der Pharma-, Chemie- und Lebensmittel-Industrie, aber auch Reinraum-Anforderungen bei der Chip-Herstellung.

Typische Stähle, bei denen Vorschriften den maximal zulässigen Ferritgehalt festlegen, sind:

- X2CrNiMo17-13-2 (1.4404) oder
- X2CrNiMo18-14-3 (1.4435)

Zur Senkung und Begrenzung der Ferritgehalte haben sich bei Schweissungen ohne Zusatzmaterial stickstoffhaltige Gasgemische bewährt. Hierbei wird die austenitstabilisierende Eigenschaft von im Stahl gelöstem Stickstoff ausgenutzt. Da durch den Lichtbogen der Stickstoff im Schutzgas dissoziiert wird, ist eine wirksame Lösung in der Stahlschmelze möglich, solange keine freien Nitridbildner – wie Titan – im Stahl vorhanden sind.

Schutzgase mit austenitstabilisierender Wirkung sind:

Competence-Line	Performance-Line
CRONIWIG® N 3	CRONIWIG® N 3 He

Diese Schutzgase können häufig auch zur Einstellung eines ausgeglichenen Ferrit-Austenit-Verhältnisses in Duplex- und Superduplex-Stählen angewendet werden. Wasserstoffhaltige Schutzgase sollten bei der Schweissung von Duplex-Stählen nicht verwendet werden, um die Gefahr der wasserstoffinduzierten Rissbildung zu vermeiden.

### Werkstoffe und Stromart/Polarität

Werkstoffe	Stromart und Polarität	
unlegierte Stähle	= (-)	DC, minus gepolt
legierte Stähle	= (-)	DC, minus gepolt
Kupfer und Cu-Legierungen	= (-)	DC, minus gepolt
Nickel und Ni-Legierungen	= (-)	DC, minus gepolt
Titan und Ti-Legierungen	= (-)	DC, minus gepolt
Zirkon, Tantal, Wolfram	= (-)	DC, minus gepolt
Aluminium und Al-Legierungen	~	AC oder DC, minus gepolt mit Helium
Magnesium und Mg-Legierungen	~	AC

Generell wird bei Duplex-Stählen der Ferritanteil durch folgende Massnahmen erhöht:

- schnelle Abkühlung
- geringe Streckenenergie
- grosse Wandstärken
- schweissen ohne Zusatzwerkstoff

Dagegen führen folgende Parameter zu einer Erhöhung des Austenitanteils:

- langsame Abkühlung
- hohe Streckenenergie
- schweissen mit Zusatzwerkstoff
- stickstoffhaltige Schutz- und Formiergase

Bei Mehrlagenschweissungen werden folgende Streckenenergiewerte empfohlen:

- Duplex-Stähle 0,5–2,5 kJ/mm
- Superduplex-Stähle 0,2–1,5 kJ/mm

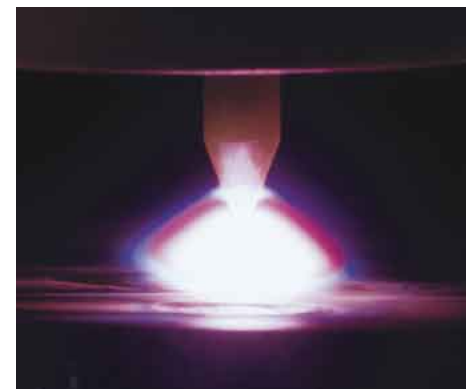
### Sonderwerkstoffe

Für das Schweißen gasempfindlicher Werkstoffe wie Titan, Tantal oder Zirkonium werden Schweißschutzgase höherer Reinheit empfohlen. Deshalb wird hier die Qualität 4.8 eingesetzt, die eine Reinheit von 99,998% bietet. Bei anderen Werkstoffen reicht die Reinheit 4.6 in der Regel aus.

### Helium verändert die Lichtbogen-Charakteristik



WIG-Lichtbogen mit Argon



WIG-Lichtbogen mit Helium



WIG-Lichtbogen mit HYDRAGON®

## Oxidationsschutz durch Formiergase.

Die Schweissnahtunterseite ist mitentscheidend für die Qualität einer Schweissverbindung: vor allem für ihre Korrosionsbeständigkeit. Formieren mit den richtigen Gasen ist eine wichtige und gleichzeitig elegante Art, Fehler zu vermeiden und Folgekosten zu sparen.

In vielen Fällen ist der Schutz der Schweissnahtwurzel erforderlich, um eine optimale Korrosionsbeständigkeit des Bauteiles zu sichern. Das Vermeiden von Oxidation und Anlauffarben erfolgt durch gezieltes Fernhalten des Luftsauerstoffs.

### Verfahrensvarianten

Für das Formieren von Rohren und Hohlkörpern sind zwei Verfahren anwendbar:

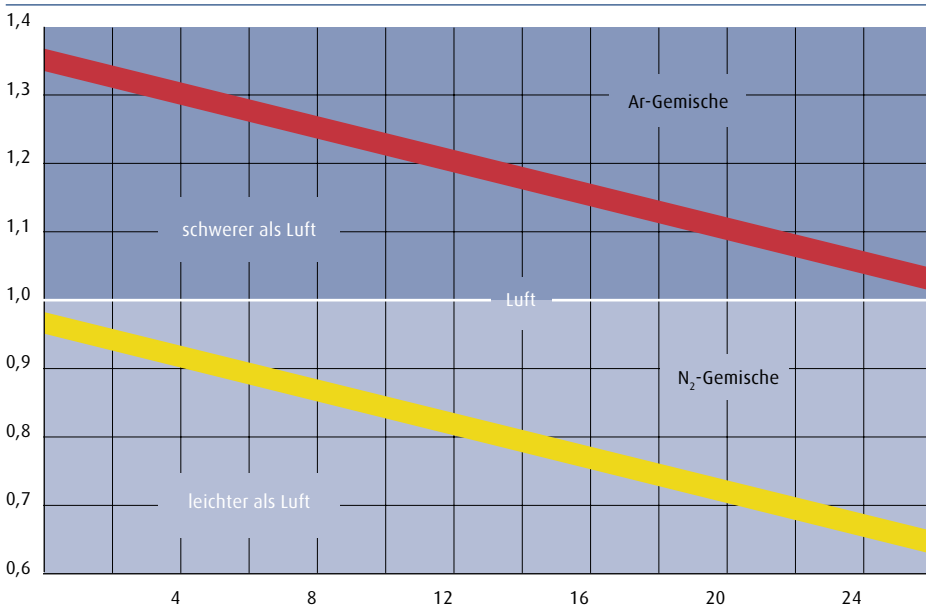
- Verdrängen der Luft durch inerte Gase wie Argon oder quasi-inerte Gase wie Stickstoff.
- Verdrängen der Luft und Ausnutzung der reduzierenden Wirkung von Wasserstoff.

Deshalb bestehen Formiergase meist aus:

- Stickstoff mit Wasserstoffanteilen
- Argon mit Wasserstoffanteilen

### Relative Dichte von Formiergasen

in Vol.-% H<sub>2</sub>



Argon wird dagegen nur in Ausnahmefällen eingesetzt, zum Beispiel bei wasserstoffempfindlichen Stählen. In vielen Fällen werden die Gemische aus Stickstoff und Wasserstoff generell als Formiergase angesprochen. Um eine sachgemässe Anwendung zu erzielen, ist die relative Formiergas-Dichte zu beachten, z. B. beim Spülen von Behältern von unten (schwerere Formiergase) bzw. von oben (leichtere Formiergase). Weitere Informationen sind enthalten im PanGas-Sonderdruck «Formiergase und Wurzelschutz beim Schutzgasschweissen» und in der Broschüre «PanGas-Tipps für Praktiker: Formieren». PanGas liefert das «V & K-Wurzelschutzsystem für Rohre» ab einem Rohrinne Durchmesser von 50 mm aufwärts.

Typische Gelbfärbung:  
titan-stabilisierter CrNi-Stahl formiert mit Stickstoff



Keine Färbung: titan-stabilisierter CrNi-Stahl formiert mit HYDRARGON® 7



Schweißen unter Formiergasschutz



### Anwendungshinweise

Die Gase sind in EN 439 genormt. Es werden mehrere Gruppen unterschieden:

- Gruppe R (Ar/H<sub>2</sub>-Gemische)
- Gruppe I (Ar + Ar/He-Gemische) und
- Gruppe F (N<sub>2</sub> + N<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>-Gemische)

Aus sicherheitstechnischen Gründen empfiehlt das DVS-Merkblatt 0937 das Abfackeln bei H<sub>2</sub>-Anteilen über 10 Vol.-%. Um Anlauf-Farben sicher zu vermeiden, muss das Einbringen der Formiergase bis zur Abkühlung der Bauteile auf ca. 220 °C erfolgen. Um Oxidation beim Schweißen von Rohrleitungen sicher auszuschliessen, sind bestimmte Vorspülzeiten einzuhalten, die von der jeweiligen Spülmenge und der Geometrie des Bauteils abhängig sind.

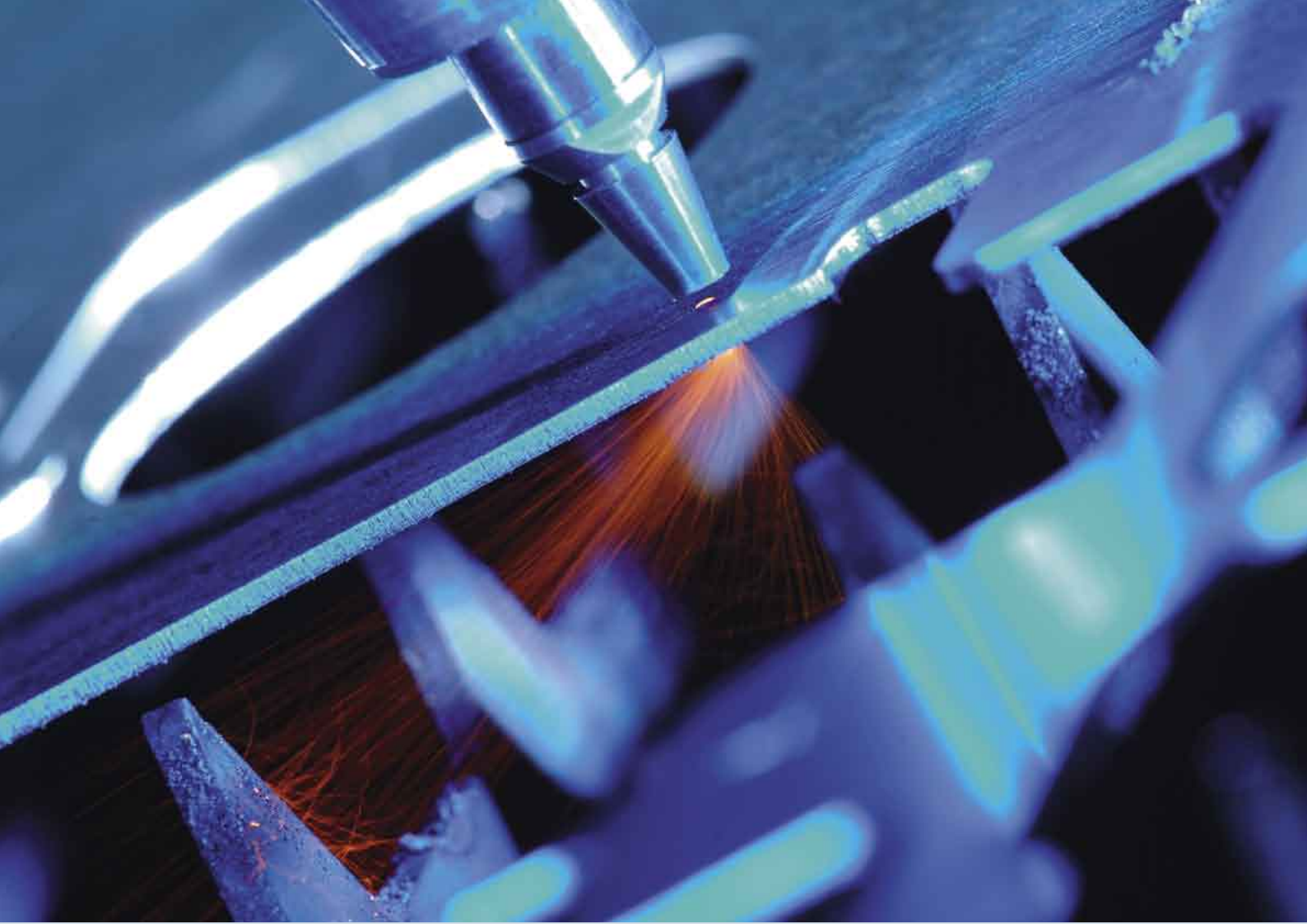
Vor Beginn des Schweißens an Rohrleitungen muss vorgespült werden, um die Luft zu entfernen. Als Richtwert für das benötigte Schutzgasvolumen gilt das 2,5–3-fache geometrische Rohrvolumen, gerechnet von der Einspeisung bis zur Schweissstelle. Je nach Rohrdurchmesser wird eine Durchflussmenge von ca. 5–12 l/min empfohlen. Bei titan-stabilisierten nicht rostenden Stählen verursachen N<sub>2</sub>-haltige Gase eine Gelbfärbung der Nahtwurzel. Für stickstoffhaltige Grundwerkstoffe, z. B. Superduplexstähle, können Formiergase mit ca. 3 Vol.-% N<sub>2</sub> vorteilhaft sein, z. B. zur Steuerung des Ferritgehaltes.

### Wurzelschutzgase für verschiedene Werkstoffe

Schutzgas	Werkstoff
Argon	alle Werkstoffe
Ar/H <sub>2</sub> -Gemische	austenitische Stähle, Ni und Ni-Basis-Werkstoffe
N <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> -Gemische	Stähle mit Ausnahme hochfester Feinkornbaustähle, austenitische Stähle (nicht Ti-stabilisiert)
N <sub>2</sub>	austenitische CrNi-Stähle, Duplex- und Super-Duplex-Stähle
Ar/N <sub>2</sub> -Gemische	

### Sicherheitshinweise

Formiergasgemische sind mit Wasserstoffanteilen von etwa 4 Vol.-% und höher mit Luft oder Sauerstoff zündfähig. Durch Vermeidung von Luftpolestern und unkontrollierter Luftzufuhr muss sichergestellt werden, dass keine Explosionen oder Verpuffungen entstehen können. Es wird in Anlehnung an DVS-Merkblatt 0937 empfohlen, Formiergasgemische mit mehr als 10% H<sub>2</sub> abzufackeln.

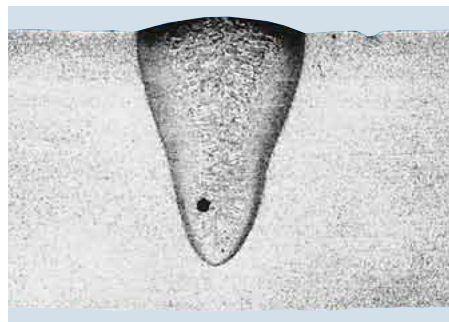


## Schutzgase für das Laserschweißen.

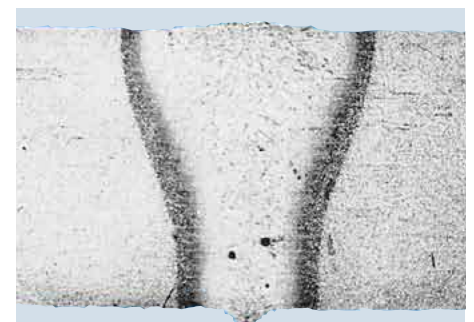
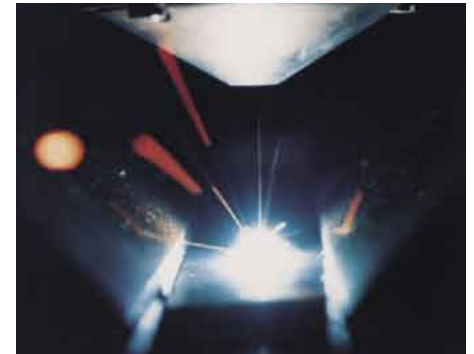
Das Laserschweißen ist ein hochproduktiver und zugleich faszinierender Prozess. Obwohl schon verfahrensbedingt hohe Leistungen erzielt werden können, helfen die richtigen Gasgemische, ein weiteres Potenzial auszuschöpfen.

## Plasmaentwicklung und Einbrandverhalten beim CO<sub>2</sub>-Laser mit unterschiedlichen Schutzgasen

### Argon



### Helium



Das Laserschweißen bietet im Vergleich zu den konventionellen Schweißverfahren eine konzentrierte Wärmeführung, sehr geringen Verzug und wesentlich höhere Schweißgeschwindigkeiten. Ein Grossteil der Laserschweißungen kommt ohne Zusatzmaterial aus, solange es nicht aus Gründen der Spaltüberbrückbarkeit oder der Metallurgie zwingend notwendig ist. Zum Laserschweißen sind unter anderem Stähle, Leichtmetalle und thermoplastische Kunststoffe geeignet. Grundsätzlich sind zwei unterschiedliche Lasertypen zum Laserschweißen üblich: der CO<sub>2</sub>-Laser und der Nd:YAG-Laser. Bei beiden Varianten sind Schutzgase notwendig, um Schweißungen hoher Güte zu erzeugen.

### Schweißen mit dem CO<sub>2</sub>-Laser

Der CO<sub>2</sub>-Laser ist zum Schweißen in der Automobil- und deren Zulieferindustrie am weitesten verbreitet. Für qualitativ hochwertige Schweißnähte ist die Wahl des richtigen Schutzgases von grosser Bedeutung. Durch die Wechselwirkung mit dem Laserstrahl ist es bestimmend für den Energieeintrag in das Werkstück. Wird eine bestimmte Laserstrahlintensität an der Werkstückoberfläche überschritten, bildet sich ein thermisch induziertes Plasma, das gemeinsam mit anderen Faktoren die Einschweisstiefe bestimmt. Dank seiner hohen Ionisationsenergie hat sich hier vor

allem Helium hervorragend bewährt. Zum Einsatz kommen aber auch Argon, Stickstoff oder diverse Mischgase, wie z. B. VARIGON® He 50. Besondere Gasmischungen mit drei Komponenten werden unter dem Markennamen LASGON® vertrieben und in ihrer Zusammensetzung jeweils an die Aufgabenstellung angepasst.

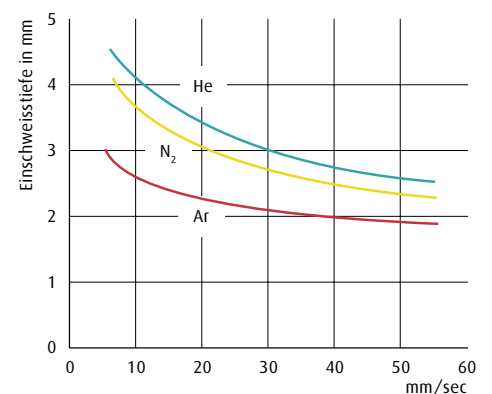
### Schweißen mit dem Nd:YAG-Laser

Die Hauptanwendungsgebiete des Nd:YAG-Lasers liegen in der Feinwerktechnik und in der Elektroindustrie. Zunehmend sind auch Anwendungen aus der Automobilindustrie bekannt. Üblich sind Laserleistungen bis 2 kW. Da die Wellenlänge des Nd:YAG-Lasers keine bzw. kaum eine Wechselwirkung mit Schutzgasen zeigt, unterliegt deren Auswahl nur werkstoffspezifischen Gesichtspunkten. Daher kommt überwiegend Argon zum Einsatz, Helium, Stickstoff oder Mischgase werden jedoch auch verwendet.



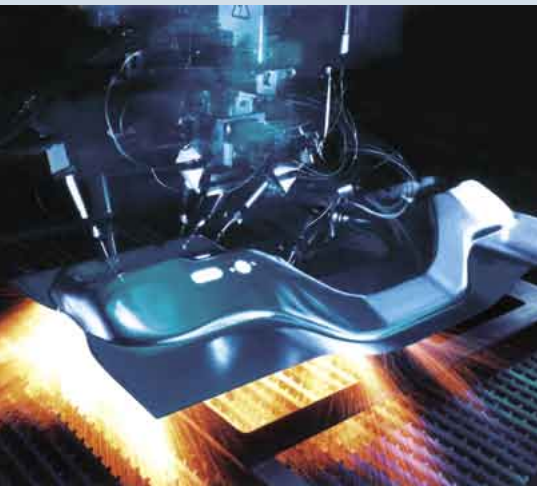
Mit einem Nd:YAG-Laser geschweißtes Gehäuse eines Herzschrittmachers

### Einfluss der Schutzgasart auf Einschweisstiefe und Schweißgeschwindigkeit



## Gase für das Laserschneiden.

Beim Laserschneiden werden Schnitte mit einer hohen Präzision und Leistung erzeugt. Die Reinheit der eingesetzten Gase entscheidet, ob dieser Prozess optimal abläuft.



Laserlicht – ein vielseitiges Werkzeug

Innerhalb aller Verfahren der Lasermaterialbearbeitung ist das Laserstrahlschneiden am weitesten verbreitet. Entscheidend zum Durchbruch dieses Verfahrens waren die hohe Flexibilität, die Fertigungsvielfalt und die sehr gute Schnittqualität. Mit diesem Verfahren können fast alle Werkstoffe geschnitten werden, wobei die Eignung zum Laserstrahlschneiden vom Absorptionsverhalten der Oberfläche, von der Zünd-, Schmelz- und Verdampfungstemperatur des Werkstoffs und von seiner Wärmeleitfähigkeit abhängig ist. Zum Laserstrahlschneiden werden CO<sub>2</sub>-Laser mit Leistungen bis 5 kW und Nd:YAG-Laser mit Leistungen bis 2 kW eingesetzt.

Man unterscheidet beim Laserschneiden drei Verfahrensvarianten:

- Laserstrahlbrennschneiden
- Laserstrahlschmelzschnitten
- Laserstrahlsublimierschnitten

### Laserstrahlbrennschneiden

Der Laserstrahl erhitzt den Werkstoff auf Zündtemperatur. Der in die Schnittfuge eingeblasene Sauerstoff verbrennt den Werkstoff und treibt die entstehende Schlacke aus. Der Verbrennungsprozess erzeugt zusätzliche Energie. Diese beschleunigt den Schneidprozess. Bei gleich hoher Schnittqualität lässt sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Sauerstoffreinheit und der maximal möglichen Schneidgeschwindigkeit nachweisen. Mit Sauerstoff der Reinheit 3.5 (99,95%) lassen sich bis zu 15% höhere Schneidgeschwindigkeiten erzielen als mit Sauerstoff technischer Reinheit 2,5 (99,5%).

### Laserstrahlschmelzschnitten

Beim Laserstrahlschmelzschnitten wird der Werkstoff durch die Laserstrahlung im Brennfleck aufgeschmolzen. Die Schmelze wird mit einem inerten Gas aus der Schnittfuge ausgetrieben. Das Laserstrahlschmelzen mit Hochdruck setzt sich immer mehr zum oxidfreien Schneiden von nicht rostenden Stählen durch. Auch Baustähle und Aluminium werden erfolgreich damit geschnitten. Als Schneidgas kommt



## Laserbetriebsgase

Gasgemisch	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	He	CO	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>
LASPUR® 207	3,40	15,60	81,00			
LASPUR® 110	4,50	13,50	82,00			
LASPUR® 216	5,00	55,00	40,00			
LASPUR® 124	6,00	20,00	74,00			
LASPUR® 258	7,50	15,00	74,25	3,00		0,25
LASPUR® 260	8,00	8,00	79,60	4,00		0,40
LASPUR® 266	8,00	16,00	74,00	2,00		
LASPUR® 278	16,00	16,00	63,00	5,00		

in der Regel Stickstoff mit hoher Reinheit 4.5 (99.995 %) zum Einsatz. Der Schneidgasdruck an der Schneiddüse kann 20 bar und mehr betragen.

### Laserstrahlsublimierschneiden

Beim Laserstrahlsublimierschneiden wird der zu schneidende Werkstoff im Brennfleck des Laserstrahls verdampft. Ein inertes Gas wie Stickstoff oder Argon treibt die Reaktionsprodukte aus der Schnittfuge. Dieses Schneidverfahren findet Anwendung bei Werkstoffen, welche keine flüssige Phase bzw. Schmelze haben. Dies ist der Fall bei Papier, Holz, einigen Kunststoffen, Textilien und Keramik.

### Betriebsgase

Für den Einsatz der CO<sub>2</sub>-Laser werden so genannte Betriebsgase benötigt (beim Nd:YAG-

Laser ist dies nicht der Fall). Die Laserbetriebsgase sind CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> und He. Manche CO<sub>2</sub>-Laser benötigen noch zusätzliche Komponenten wie CO oder H<sub>2</sub>. PanGas liefert unter dem Markennamen LASPUR® ein Sortiment verschiedener Gasgemische für diverse Lasertypen.

Die LASPUR®-Gemische finden Verwendung bei Laseranlagen, welche keinen Mischer für die Betriebsgase besitzen. Für Laseranlagen mit eingebautem Mischer liefert PanGas folgende Betriebsgase als Reinstgase:

- Helium 4.6
- Stickstoff 5.0
- Kohlendioxid 4.5

## Schutzgase zum Plasmaschweissen.

Der Plasmaschweissprozess hat sich besonders bei hochwertigen Werkstoffen etabliert und benötigt neben einem Zentrumsgas zusätzlich ein Aussengas.

Ähnlich wie beim WIG-Schweissen bildet sich der Lichtbogen auch beim Plasmaschweissen zwischen einer nicht abschmelzenden Wolframelektrode und dem Grundwerkstoff. Im Gegensatz zum WIG-Schweissen wird der Lichtbogen hier aber durch die Schweissbrenner-Konstruktion mittels einer wassergekühlten Kupferdüse eingeschnürt, was eine vergleichsweise höhere Leistungsdichte bewirkt. Gegenüber dem WIG-Lichtbogen, welcher Temperaturen von 4000–10000 °K aufweist, beträgt die Lichtbogentemperatur beim Plasmaprozess 10000–24000 °K. Dadurch sind beim Plasmaschweissen höhere Schweissgeschwindigkeiten erzielbar.

Das Plasma-Verbindungsschweissen wird in drei Verfahrensvarianten eingesetzt:

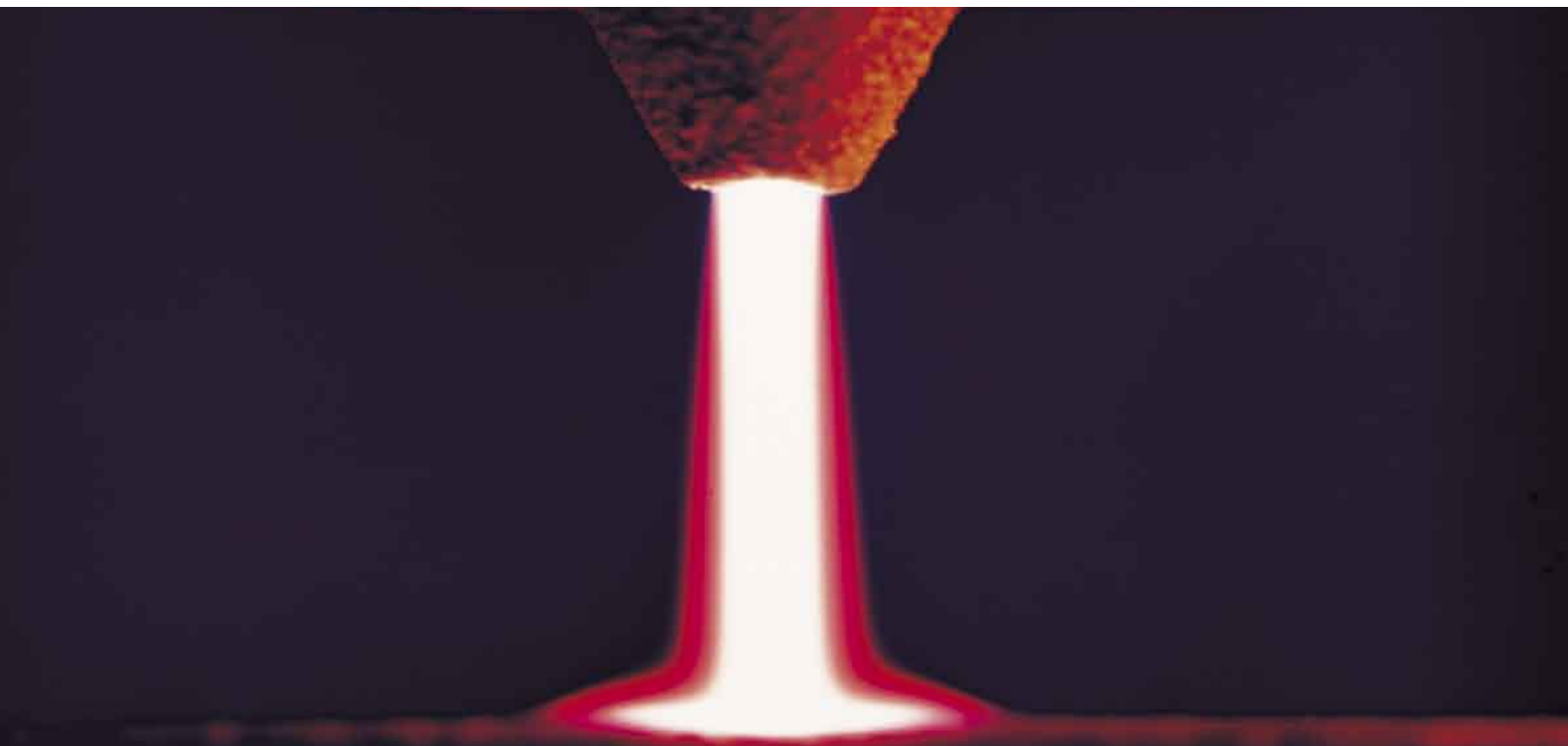
- Mikroplasma-Schweissen für dünne und dünnste Blechdicken – ab 0,01 mm bei Stromstärken ab ca. 0,1 A.
- Plasmaschweissen für Blechdicken von 1–3 mm.
- Plasma-Stichloch-Schweissen bis ca. 8 mm in einer Lage. Bei grösseren Dicken, z. B. Y-Naht mit 8-mm-Steg durchschweissen, Fülllagen mittels MSG- oder UP-Verfahren schweissen.

Beim Plasmaschweissen werden immer zwei verschiedene Arten von Gasen benötigt:

- Zentrumsgase: vorwiegend Argon, teilweise mit Wasserstoff- oder Heliumzusätzen.

- Aussenschutzgase, die Zumisch-Komponenten zu Argon aufweisen können, z. B. Wasserstoff für hochlegierte nicht rostende Stähle, Nickelwerkstoffe oder Helium für das Schweissen von Aluminium oder Aluminium-Legierungen, Titan und Kupferwerkstoffen.

Weitere Plasmaverfahren sind das Plasma-pulverschweissen für das Beschichten mit hochschmelzenden Legierungen, teils auch für das Verbindungsschweissen, das Plasma-Heissdraht-Auftragsschweissen und das Plasma-MIG-Schweissen als Verbindungsverfahren mit hoher Leistung.





## Gase für das Plasmaschneiden.

Das Plasmaschneiden ermöglicht Schnitte auch an nicht brennschneidfähigen Materialien und benötigt eine zielgerichtete Kombination von Plasmagas und Sekundärgas.

Das Plasmaschneiden wurde entwickelt, um die nicht brennschneidbaren metallischen Werkstoffe thermisch trennen zu können. Mit diesem Verfahren lassen sich im Gegensatz zum autogenen Brennschneiden alle elektrisch leitenden Werkstoffe trennen. Bei diesem Verfahren muss die gesamte Werkstoffdicke durch den Plasmastrahl auf Schmelztemperatur erhitzt werden.

Mit dem Plasmaschneidverfahren lassen sich folgende Metalle schneiden:

- unlegierte Stähle
- hochlegierte Stähle
- Nickel, Kupfer, Messing, Bronze, Aluminium und deren Legierungen

Im Gegensatz zum autogenen Brennschneiden ist das Plasmaschneiden in erster Linie ein Schmelzprozess. Der Lichtbogen und das Plasmagas werden durch eine wassergekühlte

Kupferdüse eingeschnürt. Hierdurch wird das Gas bis zur Dissoziation und teilweisen Ionisation erhitzt, so dass eine heisse Plasmaflamme entsteht, welche Temperaturen bis 30 000 °K aufweist. Das Grundmaterial wird in der Schnittfuge augenblicklich aufgeschmolzen und durch das Plasmagas aus der entstehenden Fuge geschleudert. Anlagen, welche zusätzlich mit Sekundärgas als Kühlgas arbeiten, erzielen gute Schneidleistungen. Das Sekundärgas strömt als Gasmantel um den Plasmalichtbogen, schnürt ihn weiter ein und verbessert die Schnittgüte und Schneidgeschwindigkeit. Eine neue Variante des Plasmaschneidens mit Sekundärgas ist das Feinstrahl-Plasmaschneiden. Mit Sauerstoff werden Schnittgüten erreicht, die mit Laserschnitten vergleichbar sind.

Je nach Dicke und Art der zu schneidenden Werkstoffe kommen sehr unterschiedliche Gase zur Anwendung. Aus Gründen des Umweltschutzes müssen die entstehenden Dämpfe

und Stäube abgesaugt werden. Beim Unterswasserschneiden ist ein Absaugen nur bedingt notwendig (Stickoxide). Man arbeitet auch hier mit einem Schneidgas, z. B. Sauerstoff oder Stickstoff.

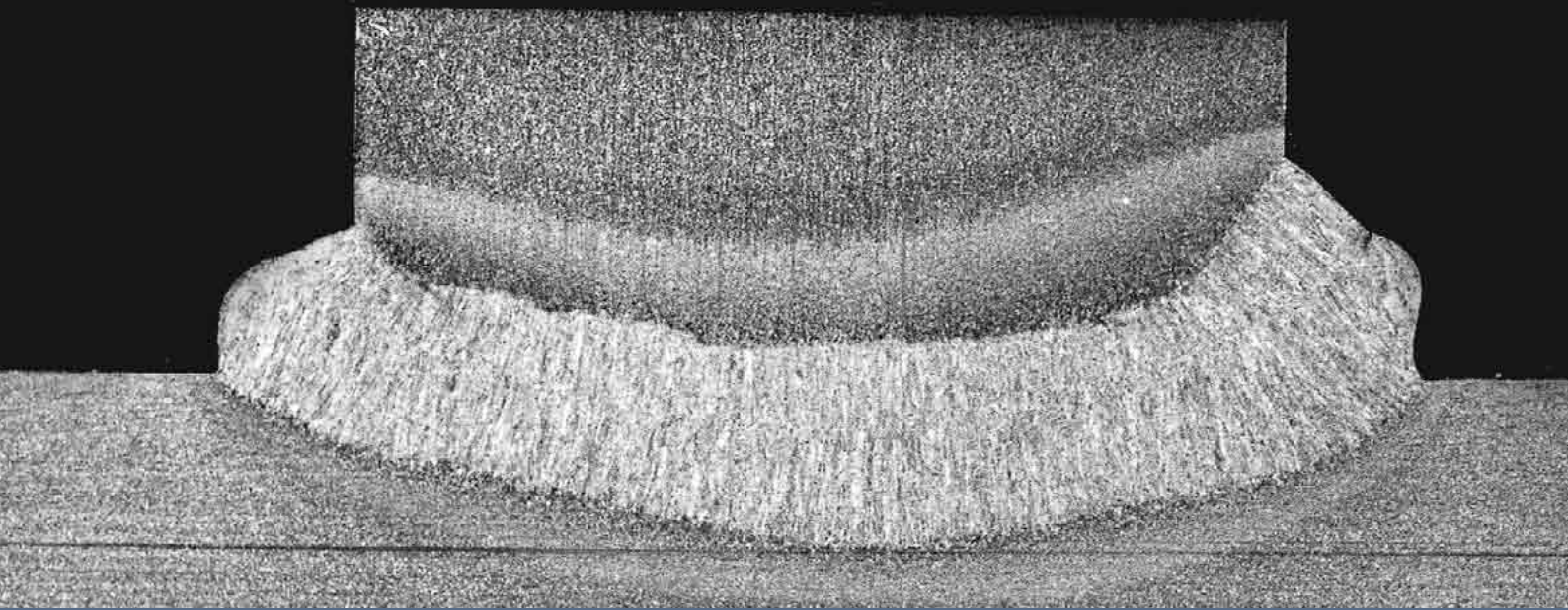
Die angegebenen Kombinationen für Plasma- und Sekundärgase stellen Richtangaben dar. Je nach Schneidanlagentyp können abweichende Kombinationen erforderlich werden, um zu guten Schnittqualitäten zu gelangen. Stickstoff und stickstoffhaltige Schneidgase (Luft enthält 80% Stickstoff) bewirken eine starke Stickstoffaufnahme im Schneidkantenbereich. Die Stickstoffgehalte der Schnittkanten steigen bis zum 15fachen Wert des Grundwerkstoffes an. Diese werden durch das anschließende Schweißen der Schnittkanten in das Schweißgut aufgemischt und können Poren erzeugen. Es entsteht in diesem Bereich dadurch eine starke Minderung der Kerbschlagzähigkeit.

### Gase für das Plasmaschneiden

Werkstoffe	80 Ar/20 H <sub>2</sub>	Formiergas 25 Formiergas 10	Luft 80 N <sub>2</sub> /20 O <sub>2</sub>	Stickstoff N <sub>2</sub>	Sauerstoff O <sub>2</sub>	Kohlendioxid CO <sub>2</sub>
C-Stähle			S	S	P	S
Cr-Ni-Stähle	P	S		S		
Aluminium			P + S	P + S		

Die Tabelle zeigt die empfohlenen Plasma- und Schneidgase für die Werkstoffgruppen unlegierte und hochlegierte Stähle sowie für Aluminium.

P = Plasmagas  
S = Sekundärgase



## Schutzgase für das Bolzenschweißen mit Hubzündung.

Das Bolzenschweißen mit Hubzündung stellt ein Sonderverfahren dar, welches durch Anwendung von Schutzgasen deutliche Qualitätsverbesserungen erzielen kann.

Neuere Untersuchungen haben gezeigt, dass die Qualität beim Bolzenschweißen mit Hubzündung für die Verfahren BH 10 und BH 100 durch den Einsatz geeigneter Schutzgase deutlich verbessert wird. Erprobt und bewährt sind untenstehende Schutzgas-Werkstoffkombinationen.

Durch Wegfall der Keramikringe werden Schutzgase besonders vorteilhaft beim vollmechanischen Schweißen auch bei der Anwendung von Industrierobotern eingesetzt.

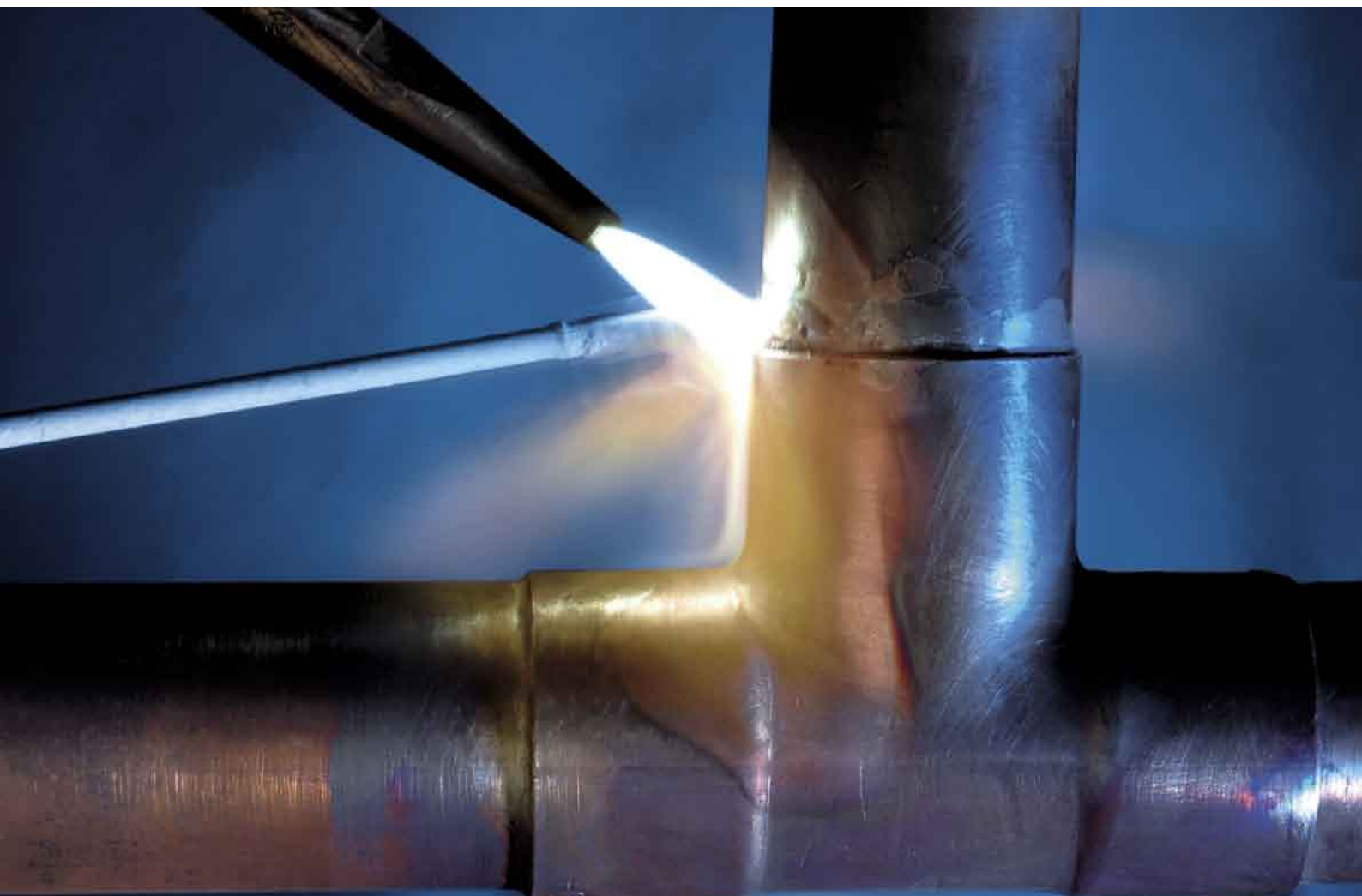


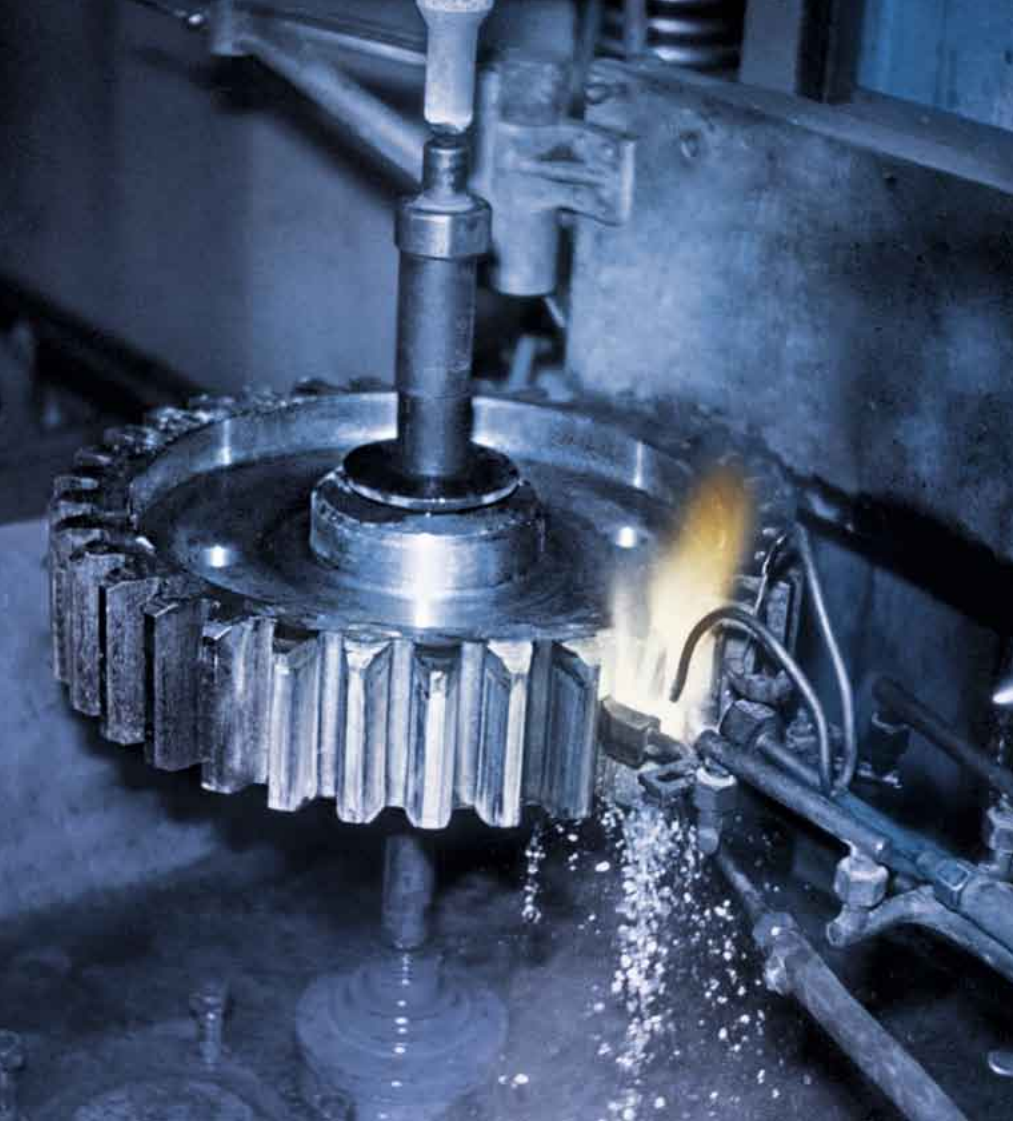
### Schutzgas-Werkstoffkombinationen

Grundwerkstoff	Bolzenwerkstoff	Schutzgas
Baustahl	Baustahl	CORGON® 18
hochlegierter Stahl	hochlegierter Stahl	CORGON® 18/CRONIGON®
AlMg 3	Al99,5 oder AlMg 3	VARIGON® He 30 S

## Gase für die Autogentechnik.

In der Autogentechnik überzeugt Acetylen mit seinen herausragenden Eigenschaften als universelles Brenngas zum Wärmen, Löten und Schweißen in Kombination mit Luft oder Sauerstoff.





Fertigungsverfahren der Autogentechnik sind all jene, bei denen die Wärme einer Brenngas-Sauerstoff- oder Brenngas-Luft-Flamme auf die Werkstücke einwirkt. Die in der Praxis am häufigsten zu findenden Autogenverfahren sind das Gasschweissen, Flammlöten, Flammspritzen, Brennschneiden, Brennfugen, Brennbohren, Flammstrahlen, Flammwärmen, Flammhärten und Flammrichten. All diese Verfahren lassen sich optimal mit dem besten Brenngas, dem Acetylen, betreiben.

#### Warum ist Acetylen so vorteilhaft?

Die hohe Leistung des Acetylens ist leicht zu erklären: Die bei der Verbrennung frei werdende Energie, die hohe Flammentemperatur und Zündgeschwindigkeit der Acetylen-Sauerstoff-Flamme, sind im günstigen Molekülaufbau des Acetylens begründet. Das Acetylenmolekül besteht aus zwei Kohlenstoffatomen, die durch eine Dreifachbindung aneinandergesetzt sind, und zwei symmetrisch angeordneten Wasserstoffatomen. Bereits beim Zerfall des Acetylen-Moleküls wird – im Gegensatz zu anderen Kohlenwasserstoffen – die Bildungsenthalpie frei. Pro Kilo Acetylen werden dabei 8714 kJoule für die Nutzung frei. Hinzu addiert sich noch die Primärflammenleistung aus der ersten Verbrennungsstufe mit dem Sauerstoff. Und da

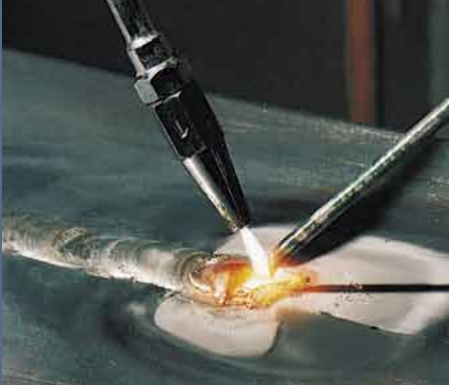
in der Autogentechnik nur die Primärflamme von Bedeutung ist, bringen die günstigen Verbrennungseigenschaften des Acetylens einen grossen Vorteil.

Immer wenn es auf schnelles und konzentriertes An- und Vorwärmen des Werkstückes ankommt, spielt die Höhe der Flammentemperatur die wichtigste Rolle. Denn je grösser die Flammentemperatur, desto schneller erfolgt der Wärmeübergang zwischen der Flamme und dem Werkstück. Die Acetylen-Sauerstoff-Flamme bringt mit 3160 °C die höchste Flammentemperatur aller Kohlenwasserstoffe. Acetylen ist aber auch das Brenngas mit der höchsten Zündgeschwindigkeit. Zündgeschwindigkeit ist – einfach ausgedrückt – die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Verbrennung. In der Praxis bedeutet das, dass der Wärmeübergang und der thermische Wirkungsgrad um so besser ist, je schneller die heissen Verbrennungsprodukte auf das Werkstück auftreffen.

Nur Acetylen hat bei neutraler Flammeinstellung die erforderlich hohe Flammentemperatur und Flammenleistung, um Stahl zu schmelzen und zu schweissen. So genannt neutral ist die Acetylen-Sauerstoff-Flamme bei einem Mischungsverhältnis Acetylen/Sauerstoff 1:1. Die weiche Acetylen-Luft-Flamme ist schonender wirksam als die Acetylen-Sauerstoff-



Integriertes Flaschensystem LISYTEC®



Gasschweissen



Brennschneiden

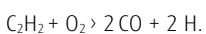


Flammrichten

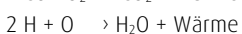
Flamme. Das ist von Bedeutung, wenn die Flamme mit reinem Sauerstoff zu heiss für Werkstoff oder Lot ist. Auch dabei ist Acetylen anderen Brenngas-Luft-Gemischen überlegen, denn die Flammentemperatur beträgt immerhin 2325 °C.

### Verbrennung von Acetylen

Zur Einleitung der Verbrennung werden die Kohlenwasserstoffmoleküle in ihre Elemente aufgespalten. In der ersten Verbrennungsstufe (weiss leuchtende Primärflamme) oxidiert der Kohlenstoff mit dem angebotenen Sauerstoff unter Wärmefreisetzung zu Kohlenmonoxid und reiner Wasserstoff wird frei.



In der zweiten Verbrennungsstufe oxidiert Kohlenmonoxid CO zu Kohlendioxid CO<sub>2</sub> und der Wasserstoff zu Wasserdampf. Der für die zweite Verbrennungsstufe erforderliche Sauerstoff kommt bei der neutralen Flamme aus der Raumluft.



Die sich aus der Verbrennungsgleichung ergebende Menge an Wasserdampf ist mit 3,6% bei Acetylen am geringsten. Im Gegen-

satz dazu liegt der Wasserdampf-Gehalt nach Verbrennung von Propan und Methan bei 31% und 40%. Zu beachten ist dies beispielsweise beim Vorwärmen von wasserstoffempfindlichen Werkstoffen wie hochfeste Feinkornbaustähle oder Aluminium.

### Gasschweissen

In der autogenen Metallbearbeitung nimmt das Gasschweissen nach wie vor einen wichtigen Platz ein. Der grosse Vorteil der Acetylen-Sauerstoff-Flamme liegt in der reduzierenden Wirkung und in der leichten Einstell- und Regulierbarkeit. Autogenschweissungen mit Acetylen zeichnen sich durch gute Spaltüberbrückbarkeit aus. Der problemlose Einsatz ist auch besonders wertvoll beim Schweissen in Zwangslagen. Im Rohrleitungsbau bietet die Acetylen-Sauerstoff-Flamme zum Beispiel bewährte Einsatzmöglichkeiten. Die Verbrennung des Acetylens mit dem Sauerstoff ist durch einen scharf abgegrenzten Flammenkegel gekennzeichnet.

### Flammlöten

Das Flammlöten gehört wie das Gasschweissen zu den thermischen Verbindungsverfahren. Beim Löten jedoch können auch weitgehend artverschiedene Werkstoffe miteinander verbunden werden, was beim Schweissen häufig Schwierigkeiten bereitet. Auch bei dünnen und wärmeempfindlichen Werkstücken hat sich das

Löten zur Herstellung hochbelastbarer, sicherer und dichter Metallverbindungen vorzüglich bewährt. Grundsätzlich wird beim Löten sowohl die Acetylen-Sauerstoff-Flamme als auch die Acetylen-Luft-Flamme eingesetzt.

### Flammspritzen

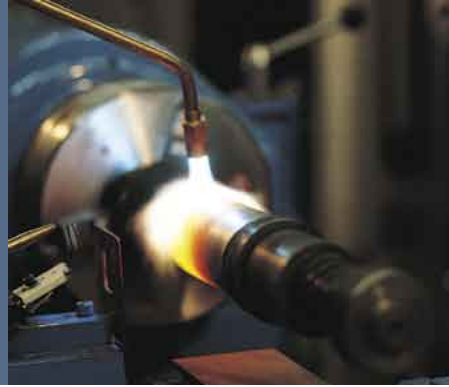
Flammspritzen wird zur Oberflächenbeschichtung metallischer und nicht metallischer Werkstoffe verwendet. Das Spritzgut, Draht oder Pulver wird mit der Acetylen-Sauerstoff-Flamme aufgeschmolzen und mit Druckluft oder einem anderen Gas auf die vorbehandelte Werkstückoberfläche aufgespritzt. Die hohe Flammentemperatur der Acetylen-Sauerstoff-Flamme ermöglicht es, dass auch hochschmelzende Werkstoffe, z. B. Molybdän, verspritzt werden können.

### Brennschneiden

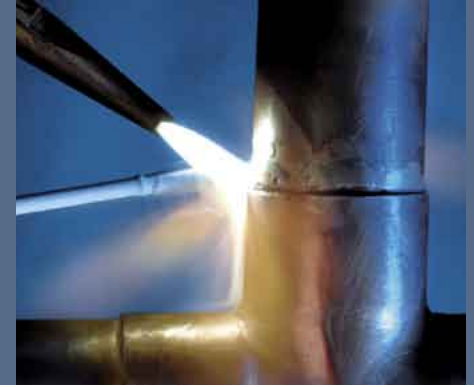
Brennschneiden, ob von Hand oder maschinell, ist ein Hauptanwendungsgebiet für die leistungsstarke Acetylen-Sauerstoff-Flamme. Brennschneiden ist ein lohnintensives Verfahren; 80–90% der Gesamtkosten sind Lohn- und Maschinenkosten. Deshalb macht sich die hohe Flammenleistung des Acetylens hier besonders bezahlt: schnelles Vorwärmen zum Anschneiden oder Lochstechen, optimale Schneidgeschwindigkeit auch bei verrosteten, verzünderten oder gepimerten Blechen.



Flammstrahlen



Flammwärmen



Flammlöten

### Brennfugen

Das Brennfugen oder Fugenhobeln wird bei der Fehlerbeseitigung von Schweissnähten oder auch zur Vorbereitung von Gegenlagen angewandt. Durch eine zweckentsprechende Brennerführung erzielt man mit der Acetylen-Sauerstoff-Flamme eine einwandfreie Brennfuge.

### Brennbohren

Besondere Erwähnung verdient auch das Brennbohren, das mit einer Sauerstoffkern- bzw. einer Sauerstoffpulverlanze ausgeführt wird. Mit der Sauerstofflanze können praktisch alle Werkstoffe getrennt werden, das heisst Eisen- und Nichteisenwerkstoffe, Beton und andere mineralische Werkstoffe. Das Prinzip des Verfahrens besteht darin, dass Eisen im Sauerstoffstrom verbrannt und die dabei entstehende Wärme zum Schmelzen des jeweiligen Werkstoffes genutzt wird.

### Flammwärmen

Unter Flammwärmen versteht man das örtliche Erwärmen zur Warmformgebung, z. B. zum Biegen von Rohren, zum Aushalsen von Verteilern, zum Kümpeln von Behälterböden oder zum Vor- und Nachwärmen (Soaking) beim Schweißen und Brennschneiden. Der Einsatz von speziell entwickelten Hochleistungs-Acetylen-Sauerstoff-Brennern empfiehlt sich vor

allem dann, wenn grosse Wärmemengen möglichst schnell und konzentriert in das Werkstück eingebracht werden sollen. Für das schonende Vorwärmen kommen auch Sonderbrenner mit Acetylen-Druckluft-Flamme zum Einsatz.

### Flammstrahlen

Das Flammstrahlen mit Acetylen und Sauerstoff wird überall dort angewendet, wo saubere Blechoberflächen für die Weiterverarbeitung erforderlich sind. Durch das Flammstrahlen werden Rost, Walzhaut und Zunderschichten ohne grossen Aufwand wirtschaftlich entfernt. Durch Flammstrahlen behandelte Oberflächen gewährleisten eine vorzügliche Haftung für Anstriche und Beschichtungen. Das Flammstrahl-Verfahren wird auch für die thermische Behandlung von Beton- oder Natursteinoberflächen eingesetzt.

### Flammhärten










Das Flammhärten von Werkstücken aus entsprechend härtbaren Stählen dient zur Vorbeugung gegen Verschleiss. Das Verfahren besteht darin, dass durch örtlich begrenztes Erwärmen und Abschrecken von Oberflächen Härteschichten erzeugt werden können. Auch hier werden durch die hohe Leistung der Acetylen-Sauerstoff-Flamme die Werkstückrandschichten so schnell erwärmt, dass in entsprechender Schichtdicke ein scharf ausgeprägter

Wärmestau entsteht, ohne dass die Wärme in tiefere Schichten eindringt. Durch das sofortige Abschrecken mit Wasser wird die eingebrachte Wärme abgeleitet. Gefügemwandlung und Druckeigenspannung erzeugen ein martensitisches Härtegefüge. Form und mechanische Eigenschaften des Werkstückes bleiben erhalten.

### Flammrichten

Beim Flammrichten zählen sich die vorteilhaften Eigenschaften von Acetylen besonders aus. Die spezifischen Eigenschaften der Acetylen-Sauerstoff-Flamme gewährleisten das schnelle und präzise Setzen der Flammrichtpunkte. Durch die variable Acetylen-Sauerstoff-Flamme und die leicht zu wechselnden Brennereinsätze kann jedes gewünschte Wärmeangebot eingestellt werden, so dass eine optimale und wirtschaftliche Behandlung des Werkstückes möglich ist.

# Die richtigen Schutzgase für jedes Schweissverfahren

Verfahren	Schutzgase		Werkstoff
 <p>MAG Metall-Aktiv-Gas-Schweissen</p>	COXOGEN® 5/5	Kohlendioxid	Rohr Stahl, Baustahl, Kesselbaustahl, Schiffbaustahl, Feinkornbaustahl, Einsatz- und Vergütungsstahl
	CORGON® 15/5	CRONIGON® He 20	
	COXOGEN® 10	MISON® 18	
	COXOGEN® 15	MISON® 8	
	CORGON® 18	MISON® 25	
	CRONIGON®	CRONIGON® He 30 S	CrNi-Stahl, Cr-Stahl und sonstige legierte Stähle, Ni-Basislegierungen, Duplex- und Superduplexstähle
	CRONIGON® He 20	MISON® 2	
	CRONIGON® He 33	MISON® 2 He	
 <p>MSG-HL Metall-Schutzgas-Hochleistungs-Schweissen</p>	T.I.M.E.-GAS®	CORGON® S 5	Rohr Stahl, Baustahl, Kesselbaustahl, Schiffbaustahl, Feinkornbaustahl
	CORGON® He 30	MISON® 8	
 <p>MIG Metall-Inert-Gas-Schweissen</p>	Argon 4.6/Argon 4.8	VARIGON® He 30 S	Aluminium, Kupfer, Nickel und andere Legierungen
	MISON® Ar	VARIGON® He 50	
	VARIGON® He 10	VARIGON® He 60	
	MISON® He 20	VARIGON® He 70	
 <p>MSG-Löten</p>	Argon 4.6/Argon 4.8	CRONIGON®	verzinkte und beschichtete unlegierte Baustähle
	MISON® Ar		
	MISON® 2		
 <p>WIG/TIG Wolfram-Inert-Gas-Schweissen</p>	Argon 4.6/Argon 4.8	VARIGON® He 50	alle schweisbaren Metalle wie: unlegierte und legierte Stähle, Aluminium, Kupfer
	MISON® Ar	VARIGON® He 60	
	VARIGON® He 10	VARIGON® He 70	
	MISON® He 20	Helium 4.6	
	VARIGON® He 30 S		
	HYDRARGON® 2	HYDRARGON® 5	Nickel- und Ni-Legierungen CrNi-Stähle
	HYDRARGON® 7	CRONIWIG® N 3	
	CRONIWIG® N 3 He		
MISON® H 2			
Argon 4.8/Argon 5.0		gasempfindliche Stoffe wie Ti, Ta, Zr	
 <p>WP Wolfram-Plasma-Schweissen</p>	<b>Zentrumsgas/Plasmagas:</b>		alle schweisbaren Metalle siehe WIG-Schweissen
	Argon 4.8		
	<b>Aussengas:</b>		
	Argon 4.6, MISON® Ar		
	HYDRARGON® 2	Helium 4.6	
	HYDRARGON® 5	VARIGON® He 60	
HYDRARGON® 7	MISON® Ar		
 <p>Wurzelschutz Formieren</p>	Formiergas 5	HYDRARGON® 2	für alle Werkstoffe, wenn wurzelseitig Oxidation vermieden werden soll bei mehr als 10% H <sub>2</sub> -Anteil abfackeln
	Formiergas 8	HYDRARGON® 5	
	Formiergas 10	HYDRARGON® 7	
	Formiergas 25		
	Argon 4.8		
 <p>Laser Schweissen und Schneiden</p>	Argon 4.6, Argon 4.8		alle schweisbaren Metalle
	Helium		
	Spezialgase		
	Betriebsgase z.B. für CO <sub>2</sub> -Laser: LASPUR®		
 <p>Lichtbogen- Bolzenschweissen</p>	CORGON® 18	MISON® 18	Baustahl
	CRONIGON®	CRONIGON® He 33	hochlegierte Stähle
	HYDRARGON® 2	MISON® 2	
	VARIGON® He 30 S		Aluminium und Aluminium-Legierungen

# Zusammensetzung der PanGas-Schutzgase

Schutzgas	EN 439	Argon Vol.-%	Kohlendioxid Vol.-%	Sauerstoff Vol.-%	Helium Vol.-%	Stickstoff Vol.-%	Wasserstoff Vol.-%	Stickstoffmonoxid Vol.-%
<b>Competence-Line</b>								
Argon 4.6	I 1	100						
Argon 4.8	I 1	100						
CORGON® S 5	M 22	95		5				
COXOGEN® 10	M 21	90	10					
COXOGEN® 15	M 21	85	15					
CORGON® 15/5	M 24	80	15	5				
CORGON® 18	M 21	82	18					
COXOGEN® 5/5	M 23	90	5	5				
CRONIGON®	M 12	97,5	2,5					
CRONIWIG® N 3	S Ar + 3N <sub>2</sub>	97				3		
Kohlendioxid	C 1		100					
MISON® Ar	I 1	99,97						0,03
MISON® 2	M 12	97,97	2					0,03
MISON® 8	M 21	91,97	8					0,03
MISON® 18	M 21	81,97	18					0,03
MISON® 25	M 21	74,97	25					0,03
<b>Performance-Line</b>								
CORGON® He 30	M 21 (1)	60	10		30			
CRONIGON® He 20	M 12 (1)	77,5	2,5		20			
CRONIGON® He 30 S	M 11 (1)	67,95	0,05		30		2	
CRONIGON® He 33	M 11 (1)	63	3		33		1	
CRONIWIG® N 3 He	S B + 3N <sub>2</sub>	77			20	3		
Helium 4.6	2				100			
HYDRARGON® 2	R 1	98					2	
HYDRARGON® 5	R 1	95					5	
HYDRARGON® 7	R 1	93					7	
MISON® 2 He	M 12 (1)	67,97	2		30			0,03
MISON® He 20	I 3	79,97			20			0,03
MISON® H 2	R 1	97,97					2	0,03
T.I.M.E.-Gas®	M 24 (1)	65	8	0,5	26,5			
VARIGON® He 10	I 3	90			10			
VARIGON® He 30 S	M 13 (1)	69,97		0,03	30			
VARIGON® He 50	I 3	50			50			
VARIGON® He 60	I 3	40			60			
VARIGON® He 70	I 3	30			70			
Formiergas 5	F 2					95	5	
Formiergas 8	F 2					92	8	
Formiergas 10	F 2					90	10	
Formiergas 25	F 2					75	25	
Stickstoff	F 1					100		

# Literaturhinweise

- DVS Merkblatt 0937, Wurzelschutz beim Schutzgasschweißen, DVS Verlag, Düsseldorf 1990
- DIN EN 439, Schutzgase zum Lichtbogenschweißen und -schneiden, Ausgabe Mai 1995
- Trube, S., Auswahl von Schutzgasen zum Schweißen von Stahlwerkstoffen, Sonderdruck 04/99, Höllriegelskreuth 1999
- Trube, S., Ammann, T., Schutzgase zum Schweißen und Formieren von Chrom-Nickel-Stählen, Jahrbuch Schweisstechnik 2001, S. 77–84, DVS-Verlag, Düsseldorf 2000
- Trube, S., Schutzgasschweißen von A–Z, Schutzgase für Aluminium bis Zirkon, unveröffentlichter Bericht der Linde AG, Höllriegelskreuth 1998
- Gümpel, P. et al., Rostfreie Stähle, Grundwissen, Konstruktions- und Verarbeitungshinweise, Expert-Verlag, Renningen-Malmsheim 1996
- Brune, E., Spichale, B., Schweisschutzgase, Technica 10/99, S. 50–54, Ruppertswil 1999
- Brune, E., Schweiss- und Schneidtechnik, Handbuch für Praktiker, PanGas Luzern, Luzern 2000
- Brune, E., Besonderheiten beim Titan-Schweißen, Technica 25–26/2000, S. 50–55, Ruppertswil 2000
- Schumacher, K. et al., Rationelles Vorwärmen, PanGas Sonderdruck 52/96, Luzern 1996
- Böhme, D., Plasmaverbindungsschweißen, DVS-Berichte Band 128, Düsseldorf 1989
- Linde Sonderdruck, Laser in der Materialbearbeitung, Grundlagen der Lasertechnik, München 1995
- Niederberger, K., Herrmann, J., Gase – unverzichtbarer Bestandteil der Lasermaterialbearbeitung, Linde Sonderdruck 13/92, München 1992
- Stenke, V., Schutzgasauswahl – vom CO<sub>2</sub> zum T.I.M.E.-Gas, in: Filler Materials and other Consumables for Welding, ISBN 953-96454-1-7, 10.–13.10.1996, Porec, S. 101–116
- Pomaska, H.-U., MAG-Schweißen, ISBN 3-7863-0779-2. 1. Aufl., September 1989, Linde AG, Höllriegelskreuth
- Trube, S., MAG-Hochleistungsschweißen mit dem LINFAST-Konzept, IIW-DOC XII-1499-97 und Sonderdruck 36/97, Linde AG, Höllriegelskreuth
- Hornig, J., Schweißen verzinkter Bleche, in: Jahrbuch Schweisstechnik 1996, S. 27–39, Düsseldorf 1996
- Baum, L., Fischer, H., Der Schutzgasschweisser, Teil 1, WIG-Schweißen/Plasmaschweißen, DVS Verlag, Düsseldorf 1997
- SN EN 10 088-1, Nichtrostende Stähle, Teil 1: Verzeichnis der nichtrostenden Stähle, Ausgabe 1995
- DIN EN 10 088-2, Nichtrostende Stähle, Teil 2: Technische Lieferbedingungen für Blech und Band für allgemeine Verwendung, Ausgabe 1995
- DIN EN 10 088-3, Nichtrostende Stähle, Teil 3: Technische Lieferbedingungen für Halbzeug, Stäbe, Walzdraht und Profile für allgemeine Verwendung, Ausgabe 1995
- Trumpf Firmenschrift, Laserzelle zum Schweißen, Trumpf Systemtechnik, Ditzingen 1998
- Trumpf Firmenschrift, Flexible Blech- und Materialbearbeitung, Trumpf Systemtechnik, Ditzingen 1996
- Mair, H., Abgrenzung der thermischen Schneidverfahren: Laserstrahlschneiden, Plasmaschneiden und autogenes Brennschneiden ..., Linde Sonderdruck 29/95, München 1995
- Mair, H., Thermische Schneidverfahren: Autogenes Brennschneiden, Plasma-Schmelzschnitten, Laserstrahlschneiden – ein technologischer und wirtschaftlicher Vergleich, Linde Sonderdruck 128, München 1993
- Bernhard, P., Arbeitsschutz beim Umgang mit Brenngasen und mit Sauerstoff, Beratungsstelle für Autogentechnik, Hürth 1975
- ... ausserdem Tipps für Praktiker**
- MAG-Schweißen von Baustählen
  - MAG-Schweißen in der Kfz-Reparatur
  - MSG-Schweißen von Aluminium-Werkstoffen
  - Formieren
  - Gase zum Schweißen und Formieren
  - Brennschneiden
  - Flammstrahlen
  - Flammrichten
- Wir danken folgenden Firmen für die Bereitstellung von Bildmaterial**
- Fronius, Rümlang ZH, Trumpf, Baar ZG, Linde, München D, SLV-München, Fontargen, Eisenberg D, INOX-Schweisstechnik, Zug ZG
- Impressum**
- Herausgeber: PanGas, Abteilung Schweiss- und Schneidtechnik  
Redaktion und technische Bearbeitung: Eberhard Brune, Dipl.-Ing. (TU)  
Dagmersellen, 2006

# Vorsprung durch Innovation.

PanGas ist mehr. PanGas als Tochter des global tätigen Linde-Konzerns übernimmt mit zukunftsweisenden Produkt- und Gasversorgungskonzepten eine Vorreiterrolle im Markt. Als Technologieführer ist es unsere Aufgabe, immer wieder neue Massstäbe zu setzen. Angetrieben durch unseren Unternehmertegeist arbeiten wir konsequent an neuen hochqualitativen Produkten und innovativen Verfahren.

PanGas 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.

PanGas – ideas become solutions.

099-73050.2006-02.5000.ST