



## Formieren

### Praktische Hinweise

Bei Schweißarbeiten an austenitischen Chrom-Nickel-Stählen oxidieren die Schweißnaht und die Schweißnahtzonen bei ungehindertem Zustrom von Luftsauerstoff.

Oxidierter Oberflächen sind dann nicht mehr korrosionsbeständig.

Das anschließende Entfernen der Oxidschichten durch mechanische Verfahren, z.B. Schleifen, beseitigen u.a. die vorhandene Passivschicht der Oberfläche, was ebenfalls die Korrosionsbeständigkeit beeinträchtigt.

Das Verhindern von Anlauffarben/Oxidation wird durch den Einsatz von Schutzgasen in Verbindung mit technischen Vorrichtungen, die den Luftsauerstoff fernhalten, erreicht.

Restsauerstoff von mehr als 0,1% verhindert ohnehin, neben starker Chromoxidbildung, die homogene Verbindung der Schweißnaht. Daher sollten Schweißarbeiten an diesen Werkstoffen mit weniger als 70ppmV Restsauerstoff durchgeführt werden.

Ferner ist der Gasschutz bis zu einer Abkühlungstemperatur von 180°C für alle erwärmten Bereiche aufrechtzuerhalten.

Die Aufrechterhaltung des Gasschutzes bei einer Mehrlagenschweißung sollte je nach Schweißverfahren und Einbringung der Streckenenergie bis zu einer Schweißnahtlagendicke von mindestens 10 bis 12 mm erfolgen.

Beim Verschweißen von Chrom-Stählen mit mehr als 1,25% Chrom, die in der Regel im vorgewärmten Zustand verschweißt werden, ist die Bildung von Chromoxiden zu vermeiden. Dieses wird schon mit weniger als 1000ppmV Restsauerstoff erreicht.

Hohe Vorwärmtemperaturen bis zu 300°C begünstigen allerdings die Bildung von Chromoxiden. Eine weitere Reduzierung des Restsauerstoffs ist dann empfehlenswert.

Der Restsauerstoff addiert sich insgesamt durch folgende Kriterien, welche unbedingt beachtet werden sollten;

- 1) Restsauerstoffgehalt des gelieferten Schweiß- und Formiergases.
- 2) Sauerstoffeintritt und Sauerstoffdiffusion über
  - a) Ringleitungen/Versorgungsleitungen
  - b) Schläuche/div. Schlauchmaterialien, Verschraubungen, Dichtungen, einschließlich Verbindungen in Schweißmaschinen.
  - c) Wig- und Plasma-Schlauchpakete
  - d) Druckminderer
  - e) Schutzgassysteme
  - f) noch nicht verschweißte Schweißfugen
- 3) Wichtig: Die Beschickungsvolumen der Schutzgassysteme sind stets so klein wie möglich zu wählen. Das erhöht nicht nur die Schweißqualität, sondern spart zusätzlich Gas und ermöglicht, mit Spülzeiten von nur 1 bis 2 Minuten auszukommen.

Da eine mögliche Anreicherung mit Sauerstoff durch o.g. Kriterien durchaus die spezifizierten Vorgaben überschreiten kann, ist eine begleitende Überwachung mit unseren Restsauerstoff-Messgeräten unverzichtbar.



## Arbeitssicherheit

### Wir empfehlen zum Formieren/Wurzelschutz keine brennbaren Gase zu verwenden

Brennbare Gasgemische sind dann gegeben, wenn der Anteil des Wasserstoffes in der Luft zwischen 4 und 75 Vol. % liegt.

Bei Schweißarbeiten an Großrohren und Behältern kann es bei diesem Mischungsverhältnis zu folgenschweren Verpuffungen kommen.

Für Formiergase über 10 Vol. % Wasserstoffanteilen schreibt die EN 439 (Ersatz für DIN 32526) Abfackeln vor.

Dieses ist aber nur unter bestimmten Voraussetzungen möglich.

Da die Wasserstoff-Flamme bei Tageslicht kaum sichtbar erscheint, sind Verbrennungen nicht auszuschließen.

Die von uns verwendeten Dichtmaterialien halten auch hohen, indirekten Temperatureinwirkungen stand.

Offene Flammen mit sehr hohen Temperaturen zerstören diese Materialien.

Bei Schweißarbeiten mit Schutzgas in Großrohren, Behältern und in engen Räumen wird die Atemluft und damit auch der Sauerstoff verdrängt. Für zusätzliche Frischluftzufuhr muss gesorgt werden.

Das Mitführen eines Sauerstoff-Messgerätes wird dringend empfohlen.

### Formiergase - Werkstoffe

Als Formiergase werden eingesetzt:

- Argon als inertes, d.h. nicht reagierendes Schutzgas.
- Stickstoff als quasi-inertes reaktionsträges Schutzgas.
- Gemische aus Argon bzw. Stickstoff mit Wasserstoff als reduzierende Schutzgase

#### Wurzelschutzgase

#### Werkstoffe

Argon

alle Metalle, auch gasempfindliche Werkstoffe, austenitische Cr-Ni-Stähle, austenitisch-ferritische Stähle (Duplex), gasempfindliche Stoffe (Titan, Zirkonium, Molybdän), wasserstoffempfindliche Werkstoffe (hochfeste Feinkornbaustähle, Kupfer und Kupferlegierungen, Aluminium und Aluminiumlegierungen sowie sonstige NE-Metalle), ferritische Cr-Stähle.

\* Stickstoff- Argon-  
Stickstoff-Gemische

Austenitische Chrom-Nickel-Stähle, Duplex- und Superduplex-Stähle.

\* Stickstoff-Wasserstoff-  
Gemische

Austenitische Chrom-Nickel-Stähle (nicht mit Titan stabilisiert).  
Stähle mit Ausnahme hochfester Feinkornstähle.

Argon-Wasserstoff-  
Gemische

Austenitische Chrom-Nickel-Stähle  
Nickel und Nickelbasiswerkstoffe

\* Bei titanstabilisierten rostbeständigen Stählen tritt bei Anwendung von Stickstoff bzw. Stickstoff-Wasserstoffgemisch Titan-Nitrid-Bildung auf der durchgeschweißten Wurzel auf (Gelbfärbung). Das belassen dieses Titan-Nitrides muß von Fall zu Fall entschieden werden.



## Zur Frage der Spülzeit

Die Spülzeit definiert sich wie folgt:

Die Spülzeit ist die Summe der Zeit, die benötigt wird, um durch Einspeisen einer bestimmten Menge Schutzgas den Restsauerstoff auf ein angestrebtes Minimum im Schweißnahtbereich zu verdrängen (meistens unter 70 Vppm).

Beim Einsatz unserer JA-Schutzgassysteme sind bei guten Voraussetzungen Spülzeiten von 0,5 bis 2 Minuten ausreichend. Diese pauschalen Angaben sind unverbindliche Größen, da je nach Schweißparameter unterschiedliche Anforderungen zu erfüllen sind. Um verlässliche Werte zu finden, muß der Anwender, neben unseren „Praktischen Hinweisen“, folgende Punkte beachten, die zum Erreichen der Qualitätskriterien erforderlich sind:

1. Welche Ansprüche an die Fertigungsqualität und welche Schweißspezifikationen werden hinsichtlich der Schweißnaht mit Ihren Schweißnahtzonen gestellt ? Welche Fertigungsqualität soll, mit welchen Schweißnahtspezifikationen hinsichtlich der Schweißnaht mit Ihren Schweißnahtzonen erreicht werden?
2. Welche Oberflächenqualität haben die zur Verschweißung kommenden Bauteile?
3. Welches Schutzgas kommt unter Berücksichtigung der Werkstoffe zur Anwendung?
4. Die Wahl der Schweißfugen und deren Vorbereitung?
5. Wird mit oder ohne Luftspalte geschweißt?
6. Lassen sich Luftspalte gegen Zugluft und Thermik abgedichten (z.B. Aluminium-Klebeband oder Abdeckband)?
7. Sehr wichtig ist die Wahl der Schweißposition!
8. Wird mit oder ohne Vorwärmtemperatur geschweißt (Vorwärmung begünstigt die nachteilige Thermik)?
9. Läßt sich Zugluft vermeiden?
10. Wie hoch ist die Luftfeuchtigkeit im Schweißumfeld?

**Wie bei allen unseren Schutzgassystemen weisen wir darauf hin, daß keine brennbaren Schutzgase eingesetzt werden dürfen!**

**Gasgemische mit mehr als 8% Wasserstoffanteil (H<sub>2</sub>) sind entflammbar!**

**Es besteht Verbrennungs- und Verpuffungsgefahr!**

Die von uns hergestellten Materialien halten einer angegebenen Temperatur von 300 °C stand. Diese können aber Schaden nehmen, wenn Sie direkt der offenen Flamme ausgesetzt werden.



## Arbeitsfolgeplan für das JA®-Schutzgas-Baukasten-System, das JA®-Kompakt-System und das JA®-Universal-System

1. Schutzgas-Systeme von Hand in das vorhandene, zu verschweißende Rohr einbauen und in die spätere Zugrichtung positionieren.
2. Gasverbindingsschlauch und die Zugvorrichtung (Edelstahlseil) bei der Montage durch das anzuschweißende Bauteil hindurchziehen.
3. Schweißnaht vorrichten und zentrieren.
4. Schutzgassysteme in die Mitte der Schweißnaht positionieren.
5. Abdichten, Abkleben von außen der vorhandenen Schweißnahtspalte (z.B. Aluminium-Klebeband oder Abdeckband) um das unerwünschte Eindringen von Sauerstoff zu vermeiden. Beachte! Der größte Sauerstoffeintrag erfolgt über den noch nicht verschweißten Luftspalt.
6. Vorwärmen (abhängig von der Stahlqualität)
7. Zufuhr von Schutzgas vor dem Heftschweißen auslösen (Schutzgas-Stoß ca. 20 - 40 Liter). Die Spülzeit beträgt dann circa 0,5 - 2 Minuten, je nach Rohrdurchmesser.
8. Die Gasmenge beim Schweißbeginn beträgt dann 0,5 bis 1 Liter pro Zentimeter Rohrdurchmesser/Minute, jedoch nicht weniger als 5 Liter/Minute.  
Rohrdurchmesser/Minute

**Beispiel:** Nennweite 200 entspricht 20 cm x 0,75 Liter = 15 Liter/Minute bei Schweißbeginn

Diese Werte sind nur Empfehlungen und sind je nach Qualitätserfordernissen zu variieren. Das Vorhandensein von Restsauerstoff im Unternahtbereich läßt sich bei permanenter, visueller Kontrolle der Wurzeloberfläche wie folgt messen: Ausleuchten durch den Luftspalt mittels spezieller Taschenlampe oder durch begleitendes Messen mittels der Sauerstoffmeßgeräte Aero2mat 4115/ 4120 oder SGM 4. Schweißen von Edelstahl nur bei einem Restsauerstoffgehalt von weniger als 70 ppm Vol.

9. Anbringung der Teilschweißungen (Heftstellen) unter Schutzgas in erforderlicher Anzahl (bei visueller Innenkontrolle).
10. Schweißbeginn:  
Bei zunehmender Länge der erstellten Wurzel-Schweißnaht nimmt der unerwünschte Sauerstoffeintritt durch den Luftspalt ab.  
Konsequenz:  
Während des Schweißens der Wurzellage, ist die Gasmenge zu reduzieren. Die unter Punkt 8. dargestellte Menge Schutzgas kann so, unter Einsparung von Kosten erheblich reduziert werden.
11. Bei Wandstärken bis 10 mm sollte der Wurzelschutz bis zur Fertigstellung der gesamten
12. Bei Wandstärken oberhalb 12 mm erfolgt beim Überschweißen keine Beeinträchtigung auf der Innenseite (dies gilt für das LBH- und WIG-Schweißen, jedoch nicht für das UP-Schweißen).



## Silikonmischungen grau und schwarz

Dichtscheiben für den Einsatz in der Schweißtechnik werden aus Silikon-Kautschukmischungen hergestellt. Silikonmischungen bestehen aus Silikon-Polymeren, Füllstoffen und weiteren Hilfsmitteln. Durch Vulkanisieren erhält man aus den Silikon-Kautschuktypen Gummiartikel, die sich durch folgende Eigenschaften auszeichnen:

1. höchste Wärmebeständigkeit
2. gute Tieftemperaturbeständigkeit und Kälteflexibilität
3. hervorragende Beständigkeit gegen Sauerstoff, Ozon und UV-Strahlung
4. gute elektrische Isoliereigenschaften
5. Umweltverträglichkeit

Die Verarbeitung von Silikonmischungen erfolgt in Vulkanisationsformen unter hohem Druck und hoher Temperatur.

Vulkanisate aus der Mehrzahl der Silikonmischungen sind physiologisch weitgehend inert sowie geruchs- und geschmackfrei. Die Silikonmischungen sind nach den Empfehlungen zum Deutschen Lebensmittelgesetz für Lebensmittelbedarfsgegenstände zugelassen.

Silikonmischungen dürfen nicht mit Silikonförmtrennmittel oder Silikonölen verwechselt werden. Diese Materialien werden weder bei der Herstellung noch bei der Weiterverarbeitung von Silikonmischungen zum Einsatz gebracht.

### Ergebnisse der Analyse der Dichtscheiben grau und schwarz:

Chlor:	< 10 ppm
Brom:	0
Fluor:	0
Fluorchlorid	0
Schwefel:	0
PH:	nicht meßbar, da Feststoff
Entflammbarkeit:	bei trockener Hitze 450° C
Gase bei Verbrennung:	CO, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub> , Formaldehyd in Spuren bei unvollständiger Verbrennung

Beide Mischungen sind halogenfrei.

Grundsätzlich sind Silikonvulkanisate dauerhitzebeständig und selbst bei 250° C bleibt die Gummielastizität noch über tausend Stunden voll erhalten, kurzzeitig, z. B. unter Einfluß eines Hitzeschocks, werden selbst Temperaturen bis zu 400° C ertragen.

### Temperatur/Einsatzdauer

Temperatur		Einsatzdauer
Dichtscheibe grau	Dichtscheibe schwarz	
200° C	250° C	2000 Stunden
266° C	316° C	100 Stunden
280° C	330° C	2 Stunden
320° C	370° C	0,5 Stunden

### Phys. Werte

Typ	Dichtscheibe grau	Dichtscheibe schwarz
Härte	45°	60° - 62°
Qualität	217	310
Reißfestigkeit	11,17 N / mm <sup>2</sup>	7,38 N / mm <sup>2</sup>
Reißdehnung	725 %	680 %
Dichte	1,15 g / cm <sup>3</sup>	1,15 g / cm <sup>3</sup>