



Ersetzt Ausgabe März 1999

Inhalt:

- 1 Geltungsbereich
- 2 Begriff und Zweck
- 3 Gase zum Wurzelschutz
 - 3.1 Eigenschaften
 - 3.2 Auswahlkriterien
- 4 Gaszuführung
- 5 Vorspülen
- 6 Formieren
- 7 Mitgeltende Normen und technische Regeln

1 Geltungsbereich

Dieses Merkblatt gilt für den Schutz und die Formung der Unterseite von Nähten beim Schweißen hochlegierter, insbesondere austenitischer Stähle durch Gase. Es ist ferner beim Schweißen anderer Werkstoffe anzuwenden, falls Wurzelschutz nötig und gefordert wird.

2 Begriff und Zweck

Mit „Formieren“ wird das Umspülen der Schweißnahtwurzel und der hochoberflächigen Nahrandbereiche mit Schutzgasen bei gleichzeitiger Verdrängung sauerstoffhaltiger Atmosphäre bezeichnet. Für den Wurzelschutz werden inerte, reduzierende oder reaktionsträge Gase verwendet. Zweck des Formierens ist die Erzeugung oder Erhaltung eines hochwertigen Oberflächenzustandes der Wurzel im Hinblick auf Oxidation und Wurzelformung.

3 Gase zum Wurzelschutz

3.1 Eigenschaften

Als Gase zum Wurzelschutz kommen reiner Stickstoff, Gemische aus Stickstoff und Wasserstoff (Formiergase) sowie reiner Argon und Argon-Wasserstoff-Gemische zum Einsatz. Die Formiergase sind in der DIN EN 439, Tabelle 2, unterteilt in die Gruppe F1, reiner Stickstoff, und F2, Stickstoff-Wasserstoff-Gemische mit Anteilen von 0 bis 50 Vol.-% Wasserstoff. Eigenschaften gebräuchlicher Wurzelschutzgase sind in Tabelle 1 und in Bild 1 dargestellt. Wasserstoffhaltige Wurzelschutzgase können ab 4 Vol.-% Wasserstoff zünd- bzw. explosionsfähige Gemische mit

Luft oder Sauerstoff bilden. Bei Formierung komplexer Bauteile sind Maßnahmen zu treffen, die ein unkontrolliertes Eindringen von Luft sowie ein Verbleiben von Luftpolstern und damit die Gefahr der Entstehung von zündfähigen Gasgemischen verhindern. Ab 10 Vol.-% Wasserstoffanteil muß abgefackelt werden, um eine Verpuffung zu vermeiden. Ein Verackeln kann nach einer entsprechenden Spülzeit durch eine externe Flamme oder, je nach Wasserstoffgehalt, durch das Zünden am Formiergasaustritt erfolgen.

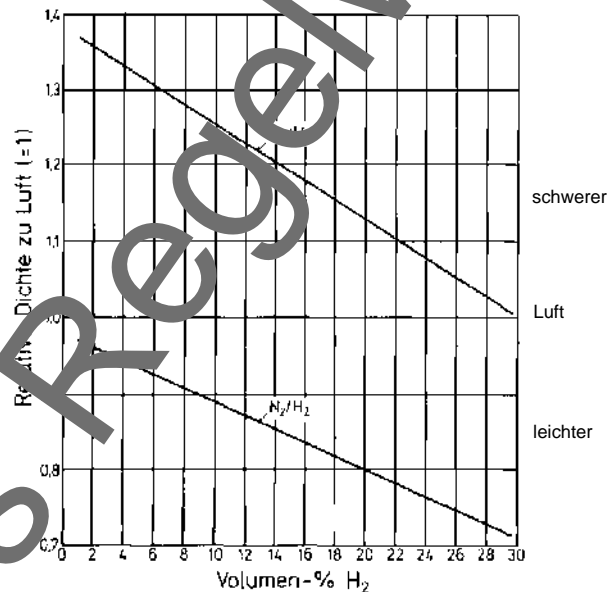


Bild 1. Relative Dichten von Ar/H₂- bzw. N₂/H₂-Gasgemischen bei 15 °C und 1 bar.

Vor der Begehung geschlossener formierter Bauteile (z. B. Rohrleitungen) ist sicherzustellen, daß keine Erstickungsgefahr besteht. Das Verwenden von Wurzelschutzgasen in engen Räumen kann zu unzuträglicher Sauerstoffverarmung führen. Hinweise auf geeignete Schutzmaßnahmen bei Arbeiten in engen Räumen gibt insbesondere § 29 BGV D1 „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“.

Tabelle 1. Gebräuchliche Gase zum Wurzelschutz.

Gasart	Zusammensetzung Vol.-%			Bezeichnung nach DIN EN 439	Reaktionsverhalten	Bemerkung
	Ar	N ₂	H ₂			
Stickstoff-Wasserstoff-Gemische	–	99...80	1...20	F2	reduzierend	ab 10 % H ₂ muß wegen Explosionsgefahr abgefackelt werden
Argon-Wasserstoff-Gemische	99...80	–	1...20	R1	reduzierend	
Argon	100	–	–	I1	inert	
Stickstoff	–	100	–	F1	reaktionsträge	

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beachtung empfohlen. Der Anwender muß jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung des DVS und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

DVS, Ausschuß für Technik, Arbeitsgruppe „Lichtbogenschweißen“

Nachdruck und Kopie, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers

3.2 Auswahlkriterien

Die Wahl des Wurzelschutzgases hängt von den zu schweißenden Werkstoffen, von der Bauteilform, der Art der Gaszuführung und den Schweißbedingungen ab.

Bei titanstabilisierten Stählen kommt es bei der Verwendung von stickstoffhaltigen Wurzelschutzgasen zu einer Gelbfärbung der Wurzel durch Titanitridbildung (keine Anlauffarbe).

Wasserstoffhaltige Wurzelschutzgase sind z. B. bei den wasserstoffempfindlichen hochfesten Feinkornbaustählen, bei nicht sauerstofffreiem Kupfer und Kupferlegierungen sowie bei Aluminium und Aluminiumlegierungen zu vermeiden.

Bei Duplex-Stählen sollten wasserstoffhaltige Gase nur eingesetzt werden, wenn das Wurzelschutzgas nicht in den Lichtbogenbereich gelangen kann.

Extrem gasaufnahmeempfindliche Werkstoffe, wie Titan oder Zirkonium, dürfen nur mit Argon formiert werden. Bei Argon liegen keine Einschränkungen bezüglich der zu schützenden Werkstoffe vor. Es ist jedoch zu beachten, daß Argon und Argon-Wasserstoff-Gemische schwerer und Stickstoff und Stickstoff-Wasserstoff-Gemische leichter als Luft sind. Dies muß bei der Zuführung des Wurzelschutzgases beachtet werden (Bilder 1 und 2). Wasserstoffhaltige Gasgemische bieten aufgrund ihrer reduzierenden Wirkung (Tabelle 1) einen zusätzlichen Schutz, wodurch die Bildung von Oxiden weitgehend vermieden wird. Wasserstoffanteile vermindern gleichzeitig die Oberflächenspannung, wobei sich durch besseres Benetzen der Fugenflanken eine günstigere Wurzel Ausbildung ergibt. Argon zeigt den umgekehrten Effekt und vermindert den Wurzeldurchhang infolge Erhöhung der Oberflächenspannung.

Die Zuordnung der Wurzelschutzgase zu den Werkstoffen ist in Tabelle 2 aufgeführt.

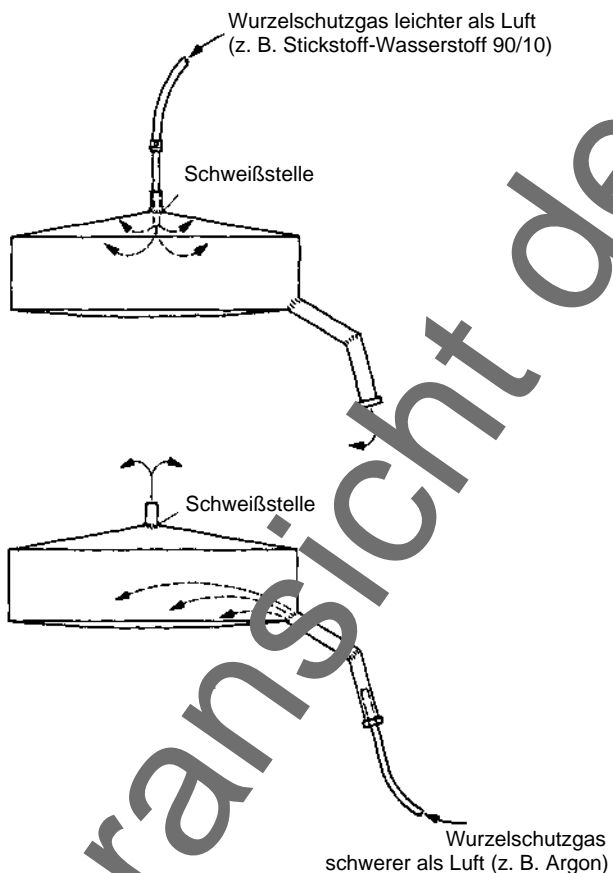


Bild 1. Einleiten von Wurzelschutzgasen.

Tabelle 2. Empfohlene Wurzelschutzgase für verschiedene Werkstoffarten.

Wurzelschutzgase	Werkstoffe
Argon-Wasserstoff-Gemische	austenitische Cr-Ni-Stähle, Ni und Ni-Basis-Werkstoffe
Stickstoff-Wasserstoff-Gemische	Stähle, mit Ausnahme hochfester Feinkornbaustähle, austenitische Cr-Ni-Stähle
Argon	austenitische Cr-Ni-Stähle, austenitisch-ferritische Stähle (Duplex), gasempfindliche Werkstoffe (Titan, Zirkonium, Molybdän), wasserstoffempfindliche Werkstoffe (hochfeste Feinkornbaustähle, Kupfer und Kupferlegierungen, Aluminium und Aluminiumlegierungen sowie sonstige Ni-Fe-Metalle), ferritische Cr-Stähle
Stickstoff	austenitische Cr-Ni-Stähle, austenitisch-ferritische Stähle (Duplex)

4 Gaszuführung

Möglichkeiten für die Gaszuführung zum Formieren sind in Bild 3 und Bild 4 dargestellt.

Bei Einseitennähten an Behältern sowie bei Zugänglichkeit der Nahtwurzel in Rohrleitungen kann Anordnung A angewendet werden, bei der das Schutzgasbrause durch eine Hilfskraft geführt wird.

Bei längeren Rohrleitungen empfiehlt sich der Einsatz eines Absperrballons (Anordnung B) oder einer Gasbrause mit Abdeckmanschette (Anordnung C) bzw. einer Formiergaskammer (Anordnung F).

Bei kurzen Rohrleitungen mit nur einem Schweißstoß kann Anordnung D, bei Leitungen mit mehreren Schweißstößen Anordnung E angewendet werden.

Die Auströmmöffnungen bei den Anordnungen B bis E sind derart zu dimensionieren, daß beim Formieren eine leichte Gasströmung durch den Schweißspalt infolge geringen Überdrucks entsteht. Ein zu hoher Staudruck führt zu einem Wurzelrückfall, besonders ausgeprägt am Ende einer Rundnaht.

Die Eignung der Vorrichtungen für Schutzgasschweißverfahren ist aus Tabelle 3 ersichtlich. Grundsätzlich ist bei der Gaszuführung darauf zu achten, daß keine Verwirbelungen entstehen. Dies würde eine Verschlechterung der Formierwirkung bewirken. Das Wurzelschutzgas sollte über Diffusoren (z. B. Sintermetall oder Stahlwolleknäuel) zugeführt werden.

Tabelle 3. Eignung der Vorrichtungen (nach Bild 3 und Bild 4) für Schutzgasschweißverfahren.

Anordnung	Schweißverfahren			
	WIG	Mikroplasma Makroplasma	Stichloch- plasma	MIG/MAG
A	x	x		x
B	x	x	(x)*	x
C	x	x	(x)*	x
D	x	x	x	x
E	x	x	x	x
F	x	x		x
G	x	x		x
H	x	x	x	x
I	x	x		x

* nur geeignet bei ausreichendem Abstand von Rohrwand und Vorrichtung