

Ersatz für Ausgabe April 1986

Inhalt:

- 1 Geltungsbereich
- 2 Zweck
- 3 Allgemeines zum WIG-Verfahren
 - 3.1 Verfahrensprinzip
 - 3.2 Polung der Elektrode
 - 3.3 Impulsschweißen
- 4 Anforderungen an das Bauteil
 - 4.1 Handhabung von Brenner und Schweißzusatz
 - 4.2 Ablauf des Schweißprozesses
- 5 Werkstoffspezifische Besonderheiten
 - 5.1 Schweißen von un- und niedriglegiertem Stahl
 - 5.2 Schweißen von warmfesten Stählen
 - 5.3 Schweißen von hochlegierten Stählen
 - 5.4 Schweißen von Nickelbasislegierungen
 - 5.5 Schweißen von Kupfer
 - 5.6 Schweißen von Aluminium und seinen Legierungen
 - 5.7 Schweißen von Sonderwerkstoffen
- 6 Prozessvarianten
- 7 Mitgeltende Normen und Technische Regeln

1 Geltungsbereich

Dieses Merkblatt gilt für das Wolfram-Inertgasschweißen (WIG, Ordnungsnummer 141 nach DIN EN 24063) von metallischen Werkstoffen.

2 Zweck

Mit Hilfe dieses Merkblattes soll für den Bereich der praktischen Fertigung sowie der Ausbildung und Lehre ein allgemeiner Überblick über alle typischen Merkmale des WIG-Verfahrens und seine Verfahrensvarianten hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit für die schweißtechnische Verarbeitung metallischer Werkstoffe gegeben werden.

3 Allgemeines zum WIG-Verfahren

Die Wolfram-Schutzgasschweißverfahren (WSG) und damit auch der WIG-Prozess gehören nach DIN EN 857-1 zu den Lichtbogen-Schmelzschweißverfahren. Das WIG-Verfahren wurden in den 40er Jahren in den USA entwickelt und unter dem Namen „Argonarc-Schweißen“ in der industriellen Fertigung bekannt. In deutschsprachigen Ländern wird die Bezeichnung mit WIG abgekürzt, wobei das „W“ für die nichtabschmelzende Wolframelektrode, das „I“ für die verwendeten inerten Gase und das „G“ für das Prinzip des Schutzgasschweißverfahrens steht. In englischsprachigen Ländern wird das Verfahren als TIG (Tungsten-Inert-Gas-Welding) bezeichnet. Tungsten ist das englische Wort für Wolfram. Gebräuchlich ist auch die Abkürzung GTAW (Gas Tungsten Arc Welding). Da beim WIG-Prozess die Wärmequelle und der eventuell benötigte Zusatzwerkstoff getrennt geführt werden, ist eine sehr definierte Beeinflussung der Form und Größe des Schmelzbades möglich. Deshalb eignet sich dieses Verfahren sowohl für das Auftrag- als auch für das Verbindungs-schweißen in allen Positionen. Die Verwendung

inertem Schutzgase stellt sicher, dass beim anschließenden Schweißen durch den Schweißvorgang kaum metallurgische Veränderungen im Schweißgut entstehen und die vom Schmelzelektrode nicht oxidiert.

Das Verfahren eignet sich für das Schweißen aller schmelzschweißgeeigneten Werkstoffe; insbesondere findet es Anwendung bei unlegierten, niedriglegierten und hochlegierten Stählen, Nickel-, Kupfer-, Titan- und deren Legierungen sowie beim Schweißen von Aluminiumwerkstoffen. Selbst Zirkon-, Tantal- und Molybdänlegierungen können bei Anwendung dieses Verfahrens geschweißt werden.

Die vergleichsweise geringe Energiekonzentration des WIG-Lichtbogens führt zu einer bevorzugten Anwendung des Verfahrens im Bereich dünnwandiger Werkstücke. Das WIG-Verfahren wird hauptsächlich manuell durchgeführt, jedoch sind alle Mechanisierungsgrade bis hin zum automatischen Schweißen in der praktischen Fertigung vertreten.

Beim manuellen WIG-Verfahren ist die Brennerführung sowie die Pendelbewegung von der Schweißkantenvorbereitung, der Schweißposition, den Unregelmäßigkeiten in der Nahtvorbereitung (wie unterschiedliche Schweißspalte, versetzte Kanten) abhängig. Diese Unregelmäßigkeiten kann der Schweißer durch Geschicklichkeit, Veränderung der Schweißgeschwindigkeit und der Stromparameter bis zu einem gewissen Grade ausgleichen. Hierbei ist auf das Wärmeeinbringen zu achten.

Beim mechanisierten und automatisierten WIG-Verfahren kommt das Impulslichtbogenschweißen häufig zum Einsatz. Eine optimale Einstellung führt zu einer höheren Schweißgeschwindigkeit, besserer Badbeherrschung und damit besserer Eignung in den unterschiedlichen Positionen.

Die hohe Qualität der WIG-Schweißungen führt dazu, dass mit diesem Verfahren zunehmend Wurzellagen geschweißt und die Füll- und Decklagen dann mit anderen wirtschaftlicheren Schweißverfahren eingebracht werden. Voraussetzung für die Erstellung von Qualitätsschweißungen ist nicht zuletzt der Einsatz entsprechend ausgebildeten Personals, z. B. entsprechend den Richtlinien DVS-EWF 1132, DVS-EWF 1157 Bbl. 4 und Bbl. 5.

Wie bei allen Schweißverfahren, die mit nicht verdecktem Lichtbogen arbeiten, tritt auch beim WIG-Prozess UV-Strahlung auf, die das Tragen entsprechender Körperschutzmittel erfordert.

Informationen über Wolframelektroden sind in DIN EN 26848 und in den Merkblättern DVS 0911 sowie DVS 2716 (Luft- und Raumfahrzeugbau) enthalten. Informationen über die Gerätetechnik sind in den Merkblättern DVS 0934 und DVS 0950 enthalten. Die Installation sowie die Wartung von WIG-Schweißanlagen dürfen nur von einer Elektrofachkraft oder unter Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft den technischen Regeln entsprechend ausgeführt werden. Beim Arbeiten mit den Geräten sind die geltenden Normen und Regelwerke und insbesondere die Unfallverhütungsvorschriften zu beachten.

3.1 Verfahrensprinzip

Beim WIG-Prozess brennt der Lichtbogen frei und sichtbar in einer Schutzgasatmosphäre zwischen einer nichtabschmelzenden Wolframelektrode und dem Werkstück (Bild 1 und Bild 2). Die vom Lichtbogen übertragene Wärme erzeugt Temperaturen

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beurteilung 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“

im Werkstück, die über dessen Schmelztemperatur liegen: Der Lichtbogen schmilzt den Grundwerkstoff und soweit verwendet den Zusatzwerkstoff auf. Das Schmelzbad erstarrt anschließend ohne zusätzlichen äußeren Druck.

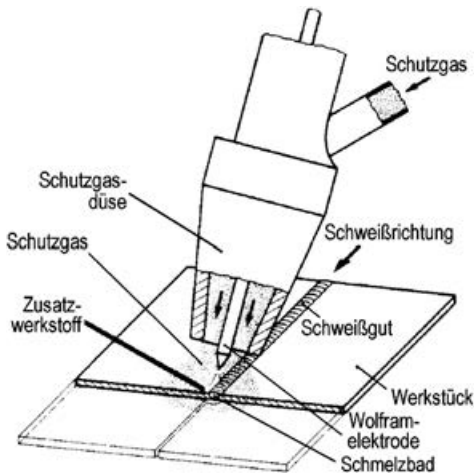


Bild 1. Schematische Darstellung des WIG-Prozesses.

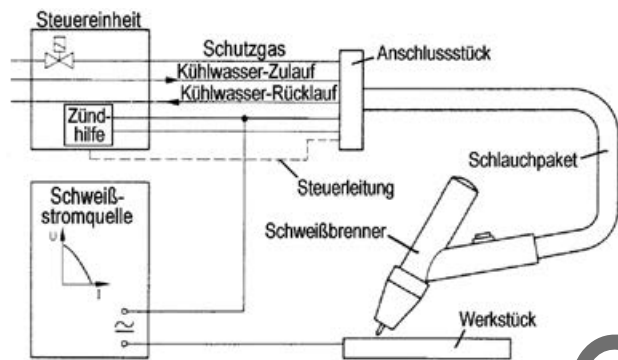


Bild 2. WIG-Schweißeinrichtung, schematisch.

Als Schutzgas werden überwiegend inerte Gase wie Argon, Helium und deren Gemische verwendet. Das Schutzgas wird durch den Schweißbrenner und die Gasdüse so zugeführt, dass die Elektrode und das Schmelzbad vor den Einflüssen der umgebenden Atmosphäre geschützt sind.

Das WIG-Verfahren stellt gegenüber anderen Schmelzschweißverfahren erhöhte Anforderungen an die Schweißstoffvorbereitung. Geschweißt wird manuell (m), teilmechanisch (t), vollmechanisch (v) und automatisch (a). Beim WIG-Verfahren werden Energie (Lichtbogen) und Zusatzwerkstoff (Stab oder Draht) getrennt dem Schweißbad zugeführt. Es ist deshalb – ähnlich wie beim Gasschweißen – möglich, mit oder ohne Zusatzwerkstoff zu arbeiten. Diese Trennung von Energie und Zusatzwerkstoff bietet große Flexibilität bei der Anwendung, insbesondere hinsichtlich der Spaltüberbrückbarkeit und der Eignung in Zwangslagen. Das WIG-Verfahren zeichnet sich durch hohe Schweißnahtqualität aus; andererseits ist die Wirtschaftlichkeit bezogen auf die Abschmelzleistung oder die erzielbare Schweißgeschwindigkeit im Vergleich zu anderen Schweißverfahren gering.

Der Zusatzwerkstoff wird zum Füllen der Nahtfuge, zum Auftragen und zur Verbesserung der metallurgischen Eigenschaften des Schweißgutes verwendet. Er kann sowohl als Stab manuell bzw. als Draht mechanisch zugeführt werden. Der Draht kann als Kalt- oder als Heißdraht (durch Widerstandserwärmung mit höherer Temperatur) ins Schmelzbad eingebracht werden.

3.2 Polung der Elektrode

Die Wolframelektrode soll grundsätzlich eine möglichst lange Standzeit haben. Daher ist die thermische Belastung möglichst

gering zu halten. Der zu wählende Elektrodendurchmesser, die Elektrodenart und die Form der Elektrodenspitze sind von großer Bedeutung, siehe hierzu DIN EN 26848, Merkblatt DVS 0911 und (für Luft- und Raumfahrt) Merkblatt DVS 2716.

Ist die Elektrode negativ gepolt, so treten die Elektronen aus der Elektrode aus. Das positiv gepolte Werkstück wird durch die auf treffenden Elektronen vergleichsweise stärker erhitzt und aufgeschmolzen.

Bei umgekehrter (positiver) Polung der Elektrode wird diese durch die auftreffenden Elektronen so stark erhitzt, dass selbst bei geringen Strömen ein großer Elektrodendurchmesser verwendet werden muss, um das „Abtropfen“ von Wolfram in das Schmelzbad zu verhindern. Einziger Anwendungsfall dieser Arbeitsweise ist das Schweißen dünnwandiger Aluminium- bzw. Magnesiumbauteile, deren hochschmelzende Oxidschicht durch die aufrallenden positiven Ionen aufgelöst wird.

Empfehlungen für die Zuordnung von Stromart, Polung der Elektrode und Schutzgas bei der Verarbeitung der Werkstoffgruppen entsprechend der derzeit üblichen Schweißpraxis vom zu schweißenden Werkstoff entfallen Tabelle 1 und Kapitel 5.

Tabelle 1. Übliche Zuordnung von Stromart, Polung und Art des Schutzgases zum Werkstoff.

Werkstoff	Gleichstrom Elektrode		Wechselstrom	Argon	Helium
	Pol	- Pol			
Stahl (un- und hochlegiert)		X		X	X ₁
Nickel und Ni-Legierungen		X		X	X
Kupfer und Cu-Legierungen		X		X	X
Aluminium und Al-Legierungen	(X)		X	(X)	(X)
Magnesium und Mg-Legierungen	(X)		X	(X)	(X)
Titan, Zirkon, Molybdänlegierungen		X		X	

(X): nur bei geringen Wanddicken
 X₁: ggf. Argon mit geringen Anteilen Wasserstoff

3.2.1 Schweißen mit Gleichstrom

Das Schweißen mit Gleichstrom kann als der Normalfall beim WIG-Verfahren angesehen werden. Die Elektrode ist dabei in der Regel negativ gepolt.

In der Regel wird mit dem Schutzgas Argon in einer Reinheit von 99,996%, auch Schweißargon genannt, gearbeitet. Diese hohe Gasreinheit ist erforderlich, um vor allem die Elektrode vor Oxidation und damit vor Abbrand zu schützen. Mit dieser Art des WIG-Verfahrens lassen sich alle metallischen Werkstoffe verarbeiten. Bei austenitischen CrNi-Stählen werden mit geringen Wasserstoffanteilen (2%-7,5%) höhere Schweißgeschwindigkeiten erzielt als mit reinem Argon. Sonderwerkstoffe wie Tantal, Titan, Niob, Zirkon usw. werden zwar auch mit Argon und negativ gepolter Elektrode verschweißt, diese Werkstoffe sind jedoch nicht ohne eine Reihe weiterer Schutzmaßnahmen einwandfrei zu verarbeiten (siehe Abschnitt 5.7). Zum Erzielen besonders tiefer Einbrände kann es sinnvoll sein, auch Helium (in der Regel He/Ar-Gemische mit mindestens 50% He) einzusetzen.

3.2.2 Schweißen mit Wechselstrom

Das WIG-Wechselstrom-Verfahren wird beim Schweißen von Aluminium, Magnesium und deren Legierungen eingesetzt. Der