



**Inhalt:**

- 1 Allgemeines
- 2 Zweck und Anwendungsbereich
- 3 Allgemeine Einflußgrößen
  - 3.1 Stromquelle
  - 3.2 Stromart
    - 3.2.1 Gleichstrom
    - 3.2.2 Wechselstrom
  - 3.3 Zündeinrichtung
    - 3.3.1 HF-Zündgeräte
    - 3.3.2 Elektronische Zündgeräte
  - 3.4 Schweißbrenner
    - 3.4.1 Brennerbauart
    - 3.4.2 Kühlmedium
    - 3.4.3 Gasdüse
    - 3.4.4 Spannhülsen
  - 3.5 Schlauchpaket
  - 3.6 Schutzgas
    - 3.6.1 Gasart
    - 3.6.2 Gasmenge
  - 3.7 Sonstige Hinweise
- 4 Anforderungen an Wolframelektroden
  - 4.1 Anforderungen an den Hersteller
  - 4.2 Anforderungen an den Anwender
    - 4.2.1 Wareneingangsprüfung
    - 4.2.2 Lagerung
- 5 Hinweise zur Anwendung
  - 5.1 Auswahl von Wolframelektroden
    - 5.1.1 WIG-Schweißen mit Gleichstrom
    - 5.1.2 WIG-Schweißen mit Wechselstrom
  - 5.2 Vorbereitung zum Schweißen
    - 5.2.1 Spitzenformen
  - 5.3 Sicherheitsanforderungen an thoriumoxidhaltige Wolframelektroden
- Anhang 1: Angaben zur Kennzeichnung und Darstellung von Wolframelektroden
- Anhang 2: Zünd- und Belastungsprüfung

**1 Allgemeines**

Für Kennzeichnung, Kurzzeichen und Zusammensetzung von Wolframelektroden gilt DIN EN 26848. Darüber hinaus ist in Ergänzung zur Norm das Merkblatt DVS 091 (Ausgabe 07.96) von der DVS-Arbeitsgruppe „Lichtbogen-Schweißen“ erarbeitet worden. Darin sind neben allgemeinen Angaben über das schweißtechnologische Verhalten Hinweise zur nachgerechten Benutzung der Wolframelektroden beim manuellen und vollmechanischen Schutzgasschweißen gegeben.

Die DVS-Arbeitsgruppe „Schweißen im Luft- und Raumfahrzeugbau“ hat zusätzliche, spezifisch auf den Luft- und Raumfahrzeugbau bezogene Anforderungen an Wolframelektroden in Merkblatt DVS 2716 für das WIG-Gleichstrom- und für das WIG-Wechselstrom-Schweißen festgelegt.

Die geforderten Eigenschaften wie Zündverhalten, Wiederzündverhalten, Lichtbogenstabilität, Gebrauchsdauer (Standzeit), Kurzzeitüberlastbarkeit und Abbrand sind mit Wolframelektroden-Herstellern abgestimmt.

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 Deutschen Verbandes für Schweißtechnik e.V. und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

DVS, Technischer Ausschuß, Arbeitsgruppe „Schweißen im Luft- und Raumfahrzeugbau“

**2 Zweck und Anwendungsbereich**

Das Merkblatt enthält Anforderungen an Wolframelektroden für das Schutzgasschweißen, die erhöhten Anforderungen, beispielsweise beim Erstellen von Komponenten im Luft- und Raumfahrzeugbau, genügen. Darüber hinaus bietet das Merkblatt Hinweise über die sachgemäße Vorbereitung zum Schutzgasschweißen, zur Handhabung, Lagerung und Pflege von Wolframelektroden sowie über allgemeine Einflußgrößen, die für den Erhalt ihrer Gebrauchseigenschaften von Bedeutung sind.

**3 Allgemeine Einflußgrößen**

Die Gebrauchseigenschaften von Wolframelektroden werden von äußeren Einflußgrößen mitbestimmt. Vor allem das Zündverhalten, die Lichtbogenstabilität und die Gebrauchsdauer der Elektroden unterliegen einer Beeinflussung durch die Stromquelle (Bauart, Zündeinrichtung), den Brenner (Bauart, Kühlung, Zustand), das Schlauchpaket (Länge, Querschnitt des Stromkabels) und das Schutzgas. Weitere Einflüsse entstehen durch die Art und Ausführung des Anschliffes (siehe Abschnitt 5.2.1) und zum Beispiel durch unsachgemäßen Wechsel von Elektroden (siehe Abschnitt 3.4.4). Unterschiedliche Gebrauchseigenschaften von Elektroden der gleichen Type können auch abhängig von Charge und Hersteller auftreten.

**3.1 Stromquelle**

Thyristor-Stromquellen belasten die Elektrodenspitze geringer als ein Teil der getakteten Transistor-Stromquellen (Inverter).

Bei zahlreichen Stromquellen kann bereits der erste Zündvorgang zum undefinierten Abschmelzen der Elektrodenspitze führen; Abhilfe schafft ein gezieltes Abplattieren der angeschliffenen Spitze (siehe Abschnitt 5.2.1).

**3.2 Stromart**

**3.2.1 Gleichstrom**

Bei der üblichen Minuspolung der Elektrode ergibt sich bei gleicher Stromstärke eine längere Gebrauchsdauer als bei Wechselstrom (angezeigter arithmetischer Mittelwert). Das Zündverhalten wird durch die beim Gleichstromschweißen empfohlene Spitzenform günstig beeinflusst.

**3.2.2 Wechselstrom**

Der Wechselstrom belastet die Elektrode stärker; durch die kugelförmige Spitzenausbildung wird auch der Zündvorgang erschwert.

Zunehmend wird bei neuen Geräten mit Gleichstrom gezündet und dann auf Wechselstrom umgeschaltet.

**3.3 Zündeinrichtung**

Neben der Möglichkeit des Zündens durch Berühren der Elektrode (Form C) auf der Werkstückoberfläche mit niedrigem Strom sind im wesentlichen zwei Systeme im Einsatz.

### 3.3.1 HF-Zündgeräte

Die Zündspannungen der Geräte liegen zwischen etwa 3000 und 8000 V, entsprechend unterscheidet sich auch ihre Wirksamkeit.

Bei optimierten Randbedingungen führen sie durchweg zu sicherem Zündverhalten.

### 3.3.2 Elektronische Zündgeräte

Elektronische Zündgeräte kommen vermehrt bei neuzeitlichen Schweißanlagen zum Einsatz, da durch sie keine Störungen an rechnergesteuerten Anlagen und benachbarten EDV-Einrichtungen verursacht werden können.

Ihre Zündspannung ist in der Regel niedriger als bei HF-Zündgeräten; nur bei Optimierung aller Randbedingungen ist ein gutes Zündverhalten zu erzielen.

Die Züandsicherheit beider Systeme wird allgemein verbessert, wenn dem Zusammenbrechen der Zündspannung ein schneller Stromanstieg folgt.

## 3.4 Schweißbrenner

### 3.4.1 Brennerbauart

Neben der Größe (Belastbarkeit) und Form (Handhabung, Zugänglichkeit zum Bauteil) des Brenners wird hauptsächlich zwischen wasser- und gasgekühlten WIG-Schweißbrennern unterschieden, wobei dem Wasser Zusätze (z.B. Glykol) beigegeben werden.

Wassergekühlte Brenner sind zu bevorzugen. Durch die bessere und zum Beispiel bei Kompressorkühlaggregaten temperaturgeregelte Kühlung werden Wolframelektrode und Brennerteile niedrigeren sowie konstanten und reproduzierbaren thermischen Belastungen ausgesetzt. Dies wirkt sich auf den Erhalt der Elektrodeneigenschaften stabilisierend aus.

Weitere Voraussetzungen für störungsfreies Arbeiten des Brenners und der Elektrode sind Sauberkeit aller Komponenten und Dichtheit des Kühl- und Schutzgassystems.

### 3.4.2 Kühlmedien

#### Gasgekühlte Brenner:

Bei gasgekühlten Brennern wirkt das Schweißschutzgas gleichzeitig als Kühlmedium. Die Art des Schutzgases hat auf seine Wirkung als Kühlmedium keinen Einfluß auf die Elektrodeneigenschaften.

#### Wassergekühlte Brenner:

Mit steigender elektrischer Leitfähigkeit des Kühlmittels verschlechtern sich die Zündeigenschaften, weil ein Teil der HF-Spannung abgeleitet wird.

Die Leitfähigkeit der Kühlmittel kann durch Erneuern des Kühlmittels oder durch Zusätze reduziert werden.

### 3.4.3 Gasdüse

Metallische Gasdüsen (z. B. Cu-Werkstoffe) ertragen durch die bessere Wärmeleitfähigkeit höhere Lichtbogen temperaturen als keramische Düsen. Keramische Gasdüsen beeinflussen in der Regel die Zündeigenschaften positiv. Eine Erhöhung der Züandsicherheit wird durch die Verwendung größerer Düsen erreicht (begrenzt durch Sichtverhältnisse und Zugänglichkeit zum Bauteil). Das Zündverhalten kann durch Masseanschluß der Düse verbessert werden.

### 3.4.4 Spannhülsen

Die Beschaffenheit der Spannhülse ist für den Stromübergang und somit für das Zündverhalten der eingesetzten Elektrode von großer Bedeutung.

Zur Verbesserung der Kontaktflächen von Spannhülsen empfiehlt sich eine galvanische Nachbehandlung (Beizen, elektrolytisches Abtragen). Ein Optimum stellen vergoldete Spannhülsen dar, wenn jegliche Oxidbildung auf den Kontaktflächen unterbunden wird. Ein Beschädigen der Kontaktflächen ist durch unsach-

gemäßes Handhaben beim Positionieren der Wolframelektrode möglich. Dazu gehört das Durchsieben der gebrauchten Elektrodenspitze durch die Spannhülse.

## 3.5 Schlauchpaket

Die Bauart und der Zustand des Schlauchpaketes haben ebenfalls Auswirkungen auf die Gebrauchseigenschaften der Wolframelektroden beim WIG-Schweißen. Eine positive Wirkung vor allem auf die Zündeigenschaften und auf reproduzierbare Werte wird erreicht durch

- möglichst kurze Schlauchpakete (max. 4 m),
- ausreichend bemessene Stromkabelquerschnitte,
- gute, möglichst temperaturgeregelte Kühlung (Wasserkühlung),
- guten Zustand (Wasser- und Gasdichtheit),
- unbeschädigtes Stromkabel.

## 3.6 Schutzgas

### 3.6.1 Gasart

Bezogen auf Reinargon beeinflussen geringe Wasserstoffzusätze (max. 6,5%) zu Argon die Zündeigenschaften nicht negativ. Mikrolegierte Ar-Schutzgase (Zusätze geringste Mengen O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>) begünstigen das Zündverhalten.

Helium erschwert das Zünden des WIG-Lichtbogens. Neben optimierten Randbedingungen ergibt nur das Zünden unter Argon mit nachfolgender Umschaltung auf Helium entsprechende Sicherheit im Einleiten des Schweißprozesses.

Das Zündverhalten bei Argon-/Helium-Gemischen ist abhängig vom Mischungsverhältnis der Gase und der Leistungsfähigkeit des Zündgerätes.

Gasverunreinigungen verschlechtern im allgemeinen die Gebrauchsdauer von Wolframelektroden.

Helium erhöht die Erosion der Elektrodenspitze.

### 3.6.2 Gasmenge

Die Schutzgasmenge soll auf die Düsengröße abgestimmt sein, damit eine sichere Abdeckung des Schmelzbades und der Wolframelektrode gewährleistet ist. Zu große Gas mengen führen durch hohe Austrittsgeschwindigkeiten zur Verwirbelung und zum Einziehen von Luft (Injektorwirkung) in das Schutzgas und somit zur Zerstörung der Schutzgasatmosphäre.

Eine gleichmäßige Gasabdeckung bei laminarer Strömung und geringerem Verbrauch wird durch die Verwendung von Gaslinsen (Sieb- oder Sintermetalleinsatz) erreicht.

Die richtige Schutzgasmenge und -verteilung sowie eine ausreichende Vor- und Nachströmzeit sind nicht nur für das Schweißergebnis wichtig, sondern tragen auch wesentlich zum Erhalt der Eigenschaften der eingesetzten Wolframelektrode bei.

## 3.7 Sonstige Hinweise

Folgende betriebsbezogene Hinweise sind zu beachten:

- Wolframelektroden sind in den Lieferzuständen ungeglüht und geglüht erhältlich. Ungeglühte Elektroden neigen beim mechanischen Trennen zur Bildung von Längsrissen, die nach dem Anschleifen beim Schweißen zu Lichtbogeninstabilitäten und Ablösungen von Elektrodenmaterial führen können. Geglühte (rekristallisierte) Elektroden sind spröder, lassen sich aber längsrißfrei trennen und sind deshalb zu bevorzugen.
- Durch Abdampfungen aus der Wolframelektrode und nachfolgende Sublimation kann es zur sogenannten Schirm- oder Kranzbildung an der Elektrodenspitze kommen. Dieses kann ebenfalls zu Lichtbogeninstabilitäten (veränderte Stromdichte) und Ablösungen von Elektrodenmaterial in das Schweißgut führen. Spätestens bei Beobachten einer ausgeprägten Kranzbildung ist daher die Elektrode zu wechseln.