

**Inhalt:**

- 1 Geltungsbereich
- 2 Zweck
- 3 MIG-/MAG-Hochleistungsschweißen mit Robotern
  - 3.1 Prozeßvarianten
    - 3.1.1 MAG-Hochleistungsschweißen mit einer Drahtelektrode
    - 3.1.2 MIG-/MAG-Hochleistungsschweißen mit zwei Drahtelektroden
  - 3.2 Gerätetechnik
    - 3.2.1 Schweißstromquellen
    - 3.2.2 Drahtfördersysteme
    - 3.2.3 Brenner
    - 3.2.4 Brennerreinigung
  - 3.3 Schweißen mit Robotern
    - 3.3.1 Anwendungsschwerpunkte
    - 3.3.2 Bahngeschwindigkeit und Bahngenauigkeit
    - 3.3.3 Bahnführung
    - 3.3.4 Programmierung
    - 3.3.5 Sensorik
    - 3.3.6 Vorrichtungen
  - 4 Maßnahmen zur Qualitätssicherung
  - 5 Wirtschaftlichkeit
  - 6 Geltende Normen und Richtlinien

**1 Geltungsbereich**

Die in diesem Merkblatt aufgeführten Darstellungen, Begriffserläuterungen und Hinweise gelten für das Schweißen mit Industrierobotern in speziellen Anwendungen. Zu diesen gehört das MIG-/MAG-Hochleistungsschweißen.

**2 Zweck**

Ziel dieses Merkblattes ist es, Begriffserläuterungen und Hinweise für das Schweißen mit Industrierobotern im Hochleistungsbereich zu geben. Hierunter ist das Schweißen mit hohen Abschmelzleistungen und/oder mit hohen Schweißgeschwindigkeiten zu verstehen. Voraussetzung ist eine angepaßte Verfahrenstechnik.

Das Merkblatt erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Es will dem Leser jedoch eine Übersicht über technische Anforderungen geben und zugleich auf wichtige Randbedingungen hinweisen, die für einen sicheren Schweißbetrieb unverzichtbar sind.

Weitere Informationen zu den technologischen Grundlagen des MSG-Hochleistungsschweißens geben die Merkblätter DVS 0909-1 und -2.

**3 MIG-/MAG-Hochleistungsschweißen mit Robotern**

Industrieroboter finden zunehmend für das Metallschutzgas-Hochleistungsschweißen Anwendung. Gegenüber den traditionellen Verfahrensvarianten der Schutzgasschweißtechnik ergeben sich für das Hochleistungsschweißen mit Robotern spezifische technische und technologische Randbedingungen, die

unbedingt zu beachten sind. Sie werden im folgenden verfahrensabhängig beschrieben.

Insbesondere höhere Leistungsbereiche sind nur vollmechanisiert oder mit Robotereinsatz nutzbar.

**3.1 Prozeßvarianten**

Unter MIG-/MAG-Hochleistungsschweißen sind Schutzgasschweißprozesse zu verstehen, bei denen eine oder mehrere Drahtelektroden, in der Regel ein Massivdraht (Fülldrähte werden hier nicht berücksichtigt), bei Drahtvorschubgeschwindigkeiten (einzeln oder in Summe) von mehr als 15 m/min (gültig für Drahtdurchmesser von 1,0 und 1,2 mm) eingesetzt werden. Ziel ist es, die Lichtbogenbrenndauer und damit die Fertigungszeit zu reduzieren.

Die erhöhte Drahtvorschubgeschwindigkeit (Abschmelzleistung) kann dabei einerseits in ein größeres Nahtvolumen umgesetzt werden, wobei die Schweißgeschwindigkeit im Vergleich zum konventionellen Schweißen etwa gleich bleibt. Alternativ kann andererseits bei gleicher Drahtvorschubgeschwindigkeit aber auch in eine höhere Schweißgeschwindigkeit umgesetzt werden. Hierbei stellt sich ein im Vergleich zum konventionellen Schweißen etwa gleichbleibender Nahtquerschnitt ein.

Das MIG-/MAG-Hochleistungsschweißen unterscheidet derzeit zwei Prozeßvarianten:

- das **MAG-Hochleistungsschweißen mit einer Drahtelektrode** und
- das **MIG-/MAG-Hochleistungsschweißen mit zwei Drahtelektroden**

In der Anwendung lassen sich unterschiedliche Prozeßzustände einstellen, die in Bild 1 als Übersicht, nach Lichtbogenarten geordnet und mit der zugehörigen Kurzbezeichnung versehen, dargestellt sind.

**3.1.1 MAG-Hochleistungsschweißen mit einer Drahtelektrode**

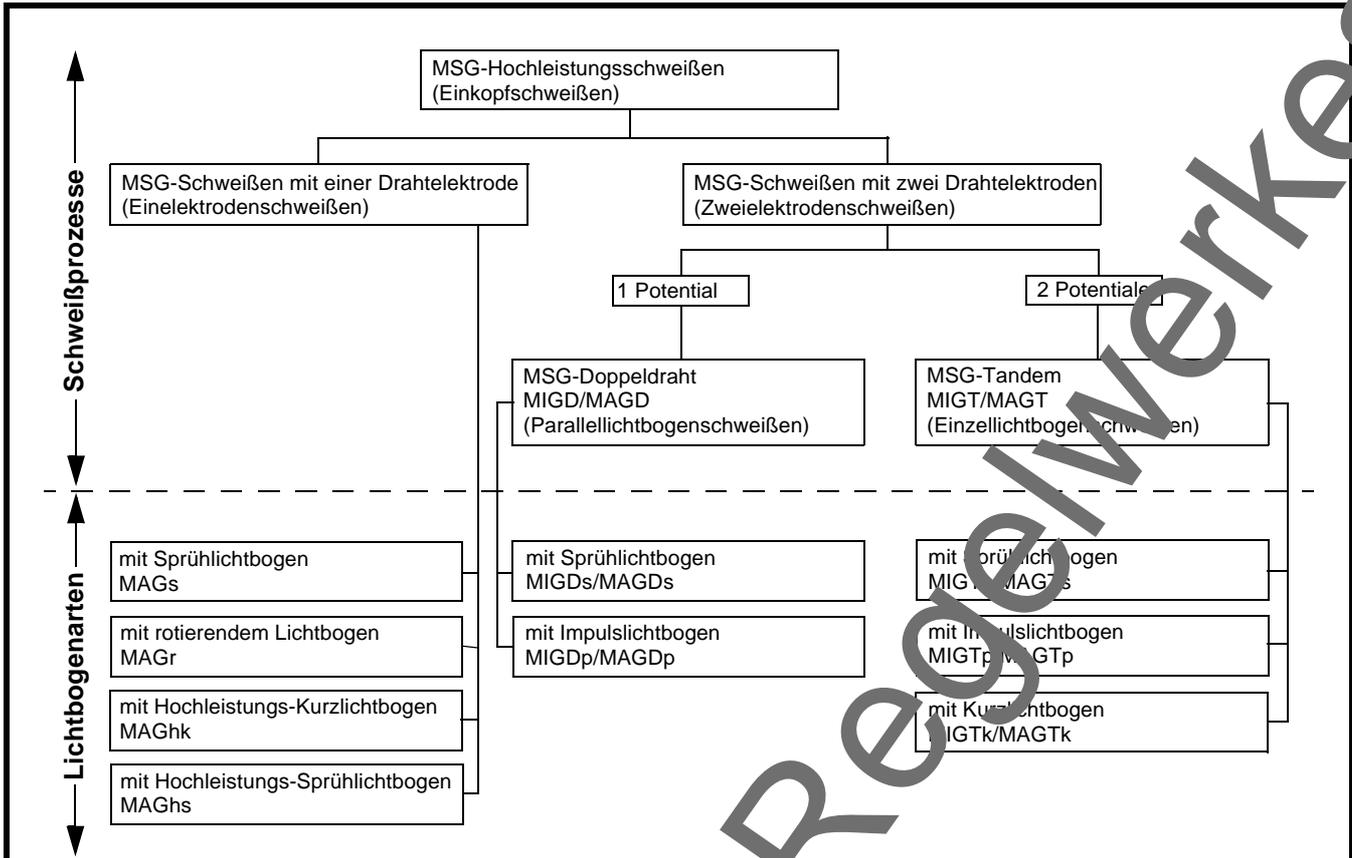
Das MSG-Hochleistungsschweißen mit einer Drahtelektrode wird vorrangig beim MAG-Schweißen eingesetzt, um mit erhöhter Abschmelzleistung das Nahtvolumen schneller füllen zu können. Charakteristisch ist neben der erhöhten Drahtvorschubgeschwindigkeit ein Kontaktrahabstand von bis zu 40 mm. Das Verfahren findet vornehmlich beim vollmechanischen Schweißen von Baustählen mit großen Blechdicken Anwendung. Es kann jedoch unter Berücksichtigung etwas reduzierter Abschmelzleistung auch im teilmechanischen Betrieb eingesetzt werden.

Infolge des großen Schmelzbades wird der verfügbare Bereich zu empfehlender Schweißpositionen eingeengt. Das Schweißen in Normalposition ist vorrangig. Bevorzugt sind die Schweißpositionen PA und PB.

Oberhalb von Drahtfördergeschwindigkeiten von ca. 20 m/min (bei Drahtdurchmesser: 1,2 mm) stellt sich bei Massivdraht eine für den Arbeitsbereich charakteristische Rotation des Lichtbogens ein (abhängig vom Schutzgas und vom Kontaktrahabstand, siehe auch DVS 0909-1). Die Auslenkung des freien Drahtendes beträgt dabei mehrere Millimeter aus der Drahtachse. Der Lichtbogen brennt breit und erzeugt einen wannenförmigen Einbrand.

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“



**Bild 1.** Prozeßvarianten und -zustände beim MIG-/MAG-Hochleistungsschweißen (Begriffe in Klammern aus ISO 857-1).

Als Schutzgase kommen beim MIG-/MAG-Hochleistungsschweißen mit einer Drahtelektrode im wesentlichen niedrigaktive Gase zur Anwendung. Das ursprünglich propagierte Vierkomponenten-Gas ist nach derzeitigem Kenntnisstand nur eine Alternative unter verschiedenen Möglichkeiten. Es hat sich gezeigt, daß auch mit Dreistoffgemischen oder auch mit Zweistoffgemischen gute Schweißergebnisse zu erzielen sind. Die Wahl des Schutzgases ist dabei stark anwendungsabhängig.

**3.1.2 MIG-/MAG-Hochleistungsschweißen mit zwei Drahtelektroden**

Das Hochleistungsschweißen mit zwei Drahtelektroden kommt beim MIG- und beim MAG-Schweißen zum Einsatz. Es findet jedoch nur beim vollmechanischen Schweißen Anwendung. Gegenüber der konventionellen MIG-/MAG-Verfahrenstechnik kann deutlich schneller geschweißt werden.

Es werden grundsätzlich zwei Verfahrensvarianten unterschieden:

- Zweidraht-Technik mit einem oder zwei Brennern und getrennten elektrischen Potentialen an den Drahtelektroden (**Tandem-Verfahren**)
- Zweidraht-Technik mit einem Brennersystem und gemeinsamem elektrischem Potential an den Drahtelektroden (**Doppeldraht-Verfahren**)

Beide Varianten arbeiten mit Schutzgasen und Drahtelektroden, die von der konventionellen MSG-Eindrahttechnik her bekannt sind. Die Drahtelektroden sind üblicherweise hintereinander oder leicht versetzt angeordnet. Die Randbedingungen sind mit denen des konventionellen Schweißens vergleichbar. Die Schweißgeschwindigkeit übersteigt höher als beim konventionellen Schweißen. Der Abstand der Drahtelektroden zueinander ist so gewählt, daß sich ein gemeinsames Schmelzbad ausbildet. Der zugehörige Kontaktabstand liegt in den bekannten Bereichen des konventionellen MSG-Schweißens.

Das MIG-/MAG-Hochleistungsschweißen mit Zweidraht-Technik kann sowohl im Dünnblechbereich als auch im Dickblechbereich eingesetzt werden.

Verfahrensvarianten mit mehr als zwei Drähten sind zur Zeit in der Praxis nicht bekannt.

Bei Systemen mit getrenntem elektrischem Potential lassen sich Sprühlichtbogen, Impulslichtbogen und auch der Kurzlichtbogen verwenden.

Der erfolgreiche Einsatz des Verfahrens verlangt dabei generell die Beachtung spezieller verfahrensabhängiger Randbedingungen:

- Die magnetische/thermische Blaswirkung kann an bestimmten Stellen (z. B. Innenräume, Kanten) wegen der höheren Ströme verstärkt auftreten.
- Die vollständige Schutzgasabdeckung muß beachtet werden. Zu diesem Zweck werden größere Gasdüsen eingesetzt.
- Die Führung des/der Brenner(s) stellt hinsichtlich der Ausrichtung der beiden Drahtelektroden spezielle Anforderungen an die Anlagentechnik bzw. an die Programmierung (siehe Abschnitt 3.3.4).

**3.2 Gerätetechnik**

**3.2.1 Schweißstromquellen**

Für das MIG-/MAG-Hochleistungsschweißen muß in jedem Fall eine verfahrensangepaßte Schweißausrüstung zum Einsatz kommen. Das bedeutet, daß Stromquellen für das Hochleistungsschweißen mit Ein- und Zweidraht-Technik Schweißströme und -spannungen für 100% Einschaltdauer (ED) bereitstellen müssen.

Für das Hochleistungsschweißen mit Eindraht-Technik können Schweißspannungen über 50 V notwendig sein.

Beim Hochleistungsschweißen mit Zweidraht-Technik werden üblicherweise Stromquellen mit Impulstechnik eingesetzt. Diese sollten manuell oder über das Robotersystem ansteuerbar sein, um durch eine spezielle Pulsfolge gezielt auf die magnetische Beeinflussung der Lichtbögen untereinander Einfluß nehmen zu können. Die Schweißstromquellen sollten asynchronen und synchronen Pulsbetrieb zulassen.