

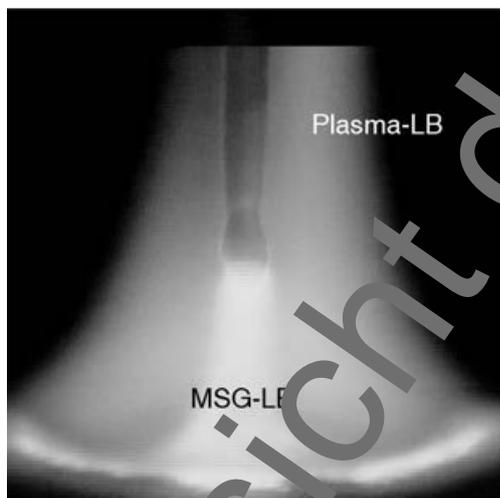
**Inhalt:**

- 1 Verfahrensprinzip
- 2 Anwendungsmöglichkeiten
  - 2.1 Verbindungsschweißen
  - 2.2 Lichtbogenlöten
  - 2.3 Auftragschweißen
- 3 Anlagentechnik
  - 3.1 Anlagenkomponenten
  - 3.2 Steuereinheit
  - 3.3 MSG-Stromquelle
  - 3.4 Plasma-Stromquelle
  - 3.5 Schweißbrenner
  - 3.6 Drahtvorschubsystem
  - 3.7 Kühlaggregate
- 4 Normen und technische Regeln

**1 Verfahrensprinzip**

Das Grundprinzip des Plasma-MSG-Prozesses (auch bekannt unter dem Begriff Plasma-MIG) besteht darin, dass in einem Schweißbrenner ein MSG-Lichtbogen konzentrisch von einem Plasmalichtbogen umgeben ist.

Die Plasmaerzeugung erfolgt an einer nicht abschmelzenden ringförmigen Elektrode. Im Zentrum dieser Ringelektrode wird die abschmelzende Drahtelektrode zugeführt. Draht- und Plasmaelektrode werden jeweils separat regelbar über eine MSG- und eine Plasma-Energiequelle versorgt. Üblicherweise sind beide Elektroden plus gepolt.



**Bild 1.** Lichtbogeneaufbildung Plasma-MSG (LB = Lichtbogen).

Durch die hybride Verbindung der beiden Einzellichtbögen ergeben sich im Vergleich zum konventionellen MSG-Verfahren z. B. folgende Vorteile:

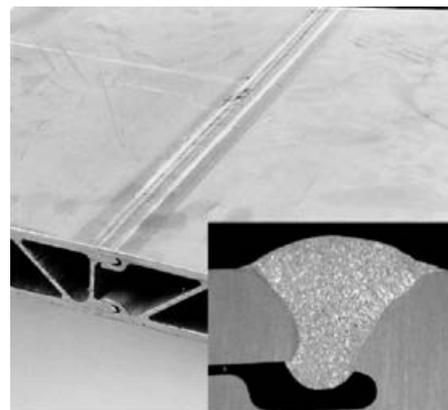
- hohe Lichtbogenleistung / hohe Abschmelzleistung
- prozessintegrierte Oberflächenreinigung
- geringe Spritzerbildung
- minimale Porenbildung im Schweißgut
- Verringerung der Abbrandverluste

Die separat steuerbaren Energieanteile der Einzellichtbögen ermöglichen in gewissen Grenzen eine Modulation der Nahtgeometrie. Eine weitere Besonderheit des Plasma-MSG-Verfahrens besteht darin, die Abschmelzleistung teilweise unabhängig vom MSG-Strom steuern zu können. Dies kann – bei höherer Abschmelzleistung – in eine Erhöhung der Schweißgeschwindigkeit umgesetzt werden.

Bisher wird die Plasma-MSG-Technologie nur mechanisiert eingesetzt. Durch die hohe Komplexität des Prozesses ist die Parameterfindung unter Umständen anspruchsvoller als bei konventionellen Schutzgasschweißprozessen. Der Schweißbrenner ist größer; das kann die Zugänglichkeit zur Fügestelle einschränken. Zudem besitzt der Schweißbrenner mehr Verschleißteile.

**2 Anwendungsmöglichkeiten****2.1 Verbindungsschweißen**

Hauptanwendungsgebiet der Plasma-MSG-Technologie ist das Verbindungsschweißen von Aluminiumlegierungen der Gruppen 5000 und 6000 als Rohr-Flansch-Verbindung, Rohr-Rohr-Verbindung und mit Längsnähten. Verarbeitbar sind Knet-, Guss- und Strangpresslegierungen sowie Mischverbindungen zwischen verschiedenen Al-Werkstoffen ab einer Blechdicke von 2 mm (Bild 2). Bis zu einer Blechdicke von 8 mm sind einlagige Verbindungen ohne Nahtvorbereitung möglich. Als Nahtarten kommen Stumpfnah, Kehlnah sowie Kehlnah am Überlappstoß zum Einsatz. Als Schweißposition ist PA zu bevorzugen, PB und PC sind möglich. Bei hohen Abschmelzleistungen ist eine Badsicherung einzusetzen.



**Bild 2.** Längsnahtschweißung an Al-Strangpressprofilen.  
Blechdicke  $s = 4$  mm; MIG-Stromstärke  $I_{MIG} = 270$  A; Plasma-Stromstärke  $I_P = 100$  A; Schweißgeschwindigkeit  $v_s = 1,7$  m/min

**Bild 2.** Längsnahtschweißung an Al-Strangpressprofilen.

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 Blechdickenbereich bis ca. 5 mm werden Schweißstromquellen im Leistungsbereich bis 400 A (MSG und Plasma in Summe) benötigt. Oberhalb von 5 mm Blechdicke sollten Schweißstromquellen mit einem Leistungsbereich von 800 A oder höher eingesetzt werden.

Das Verbindungsschweißen von Stahllegierungen befindet sich noch im Versuchsstadium. Im Blechdickenbereich von 2 bis 6 mm sind einlagige Verbindungen ohne Nahtvorbereitung möglich. Anwendungspotenzial besteht vor allem bei der Verarbeitung hochfester Stahlwerkstoffe und mit Primer beschichteter Stahlbleche.

### 2.2 Lichtbogenlöten

Unter Einsatz von Cu-Basis-Zusatzwerkstoffen ist die Plasma-MSG-Technologie zum Lichtbogenlöten an verzinkten Stahlblechen anwendbar. Die Zinkverdampfung erfolgt vorlaufend durch den Plasmalichtbogen. Der Abschmelzvorgang der Drahtelektrode erfolgt somit auf einer bereits entzinkten Bauteiloberfläche und wird daher weniger durch die Zinkverdampfung beeinflusst. Die technologischen Varianten des Plasma-MSG-Lötens befinden sich im Entwicklungsstadium. Die Anwendung des Prozesses wird vor allem im Fahrzeug- und Stahlbau erwartet.

### 2.3 Auftragschweißen

Die mögliche Entkopplung von Abschmelzleistung und Energieeintrag wird beim Auftragen von Ni-Basis- bzw. Hartstofflegierungen genutzt. Die MSG-Abschmelzparameter werden den Erfordernissen des Zusatzwerkstoffes angepasst, während der Energieeintrag in das Werkstück durch die Plasmaleistung gesteuert

wird. Im Apparatebau werden Rohre, in der Kfz-Zulieferindustrie Ventile und Ventilsitze mit Plasma-MSG-Prozessen beschichtet.

## 3 Anlagentechnik

Zur Zündung des Plasma-MSG-Lichtbogens existieren verschiedene Konzepte, die Auswirkungen auf die grundsätzliche Anlagenzusammenstellung haben. Die Zündung kann berührungslos über HF oder über eine Kontaktierung der Drahtelektrode mit dem Werkstück erfolgen.

### 3.1 Anlagenkomponenten

Die Plasma-MSG-Schweißanlage besteht aus den in Bild 3 gezeigten Komponenten.

### 3.2 Steuereinheit

Über die Steuereinheit wird der Funktionsablauf des Plasma-MSG-Prozesses vorgegeben. Sie wird über Schnittstellen mit den beiden Energiequellen und der Prozessperipherie verbunden. Zusätzlich übernimmt sie alle Steuer- und Überwachungsfunktionen.

Der grundlegende Prozessablauf (Bild 4) wird unterteilt in vier Phasen:

- Zünden des Plasmalichtbogens,
- Vorwärmen,
- Schweißen,
- Abschalten des Lichtbogenströme

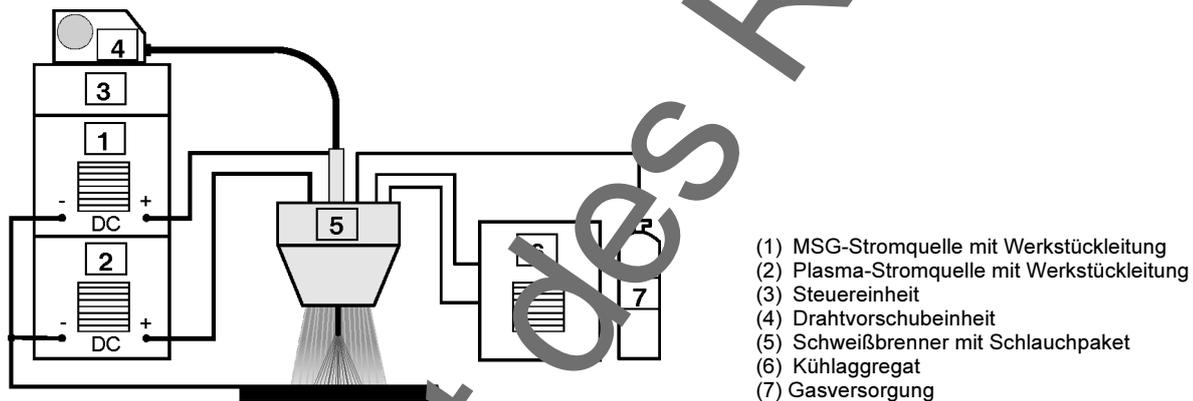


Bild 3. Blockschaltbild einer Plasma-MSG-Anlage.

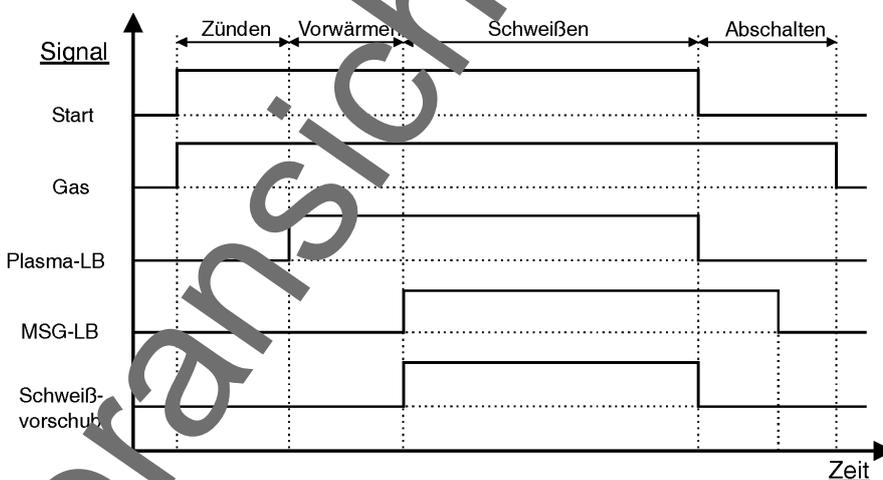


Bild 4. Ablaufdiagramm des Plasma-MSG-Prozesses.