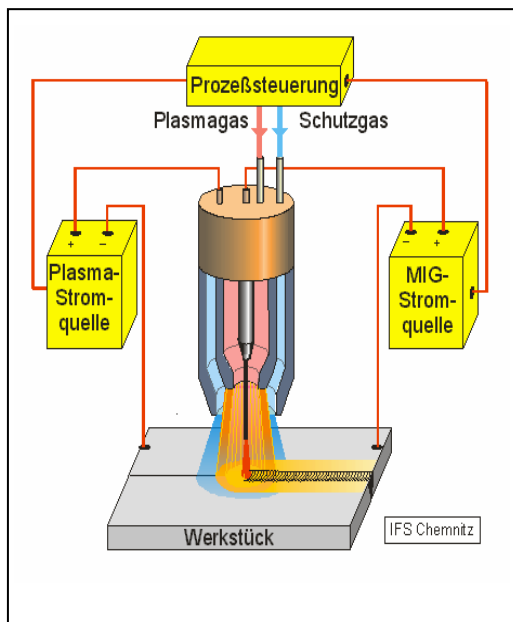


Plasma-MSG-Schweißen

Neben dem Plasma-Schweißen, das vorwiegend im Dünnblechbereich eingesetzt wird kommt immer mehr das Plasma-MSG-Verfahren zur Anwendung. Durch dieses Hybridverfahren können größere Ungenauigkeiten in der Schweißnahtvorbereitung besser verkräftet werden.

1. Das Grundprinzip dieses Verfahrens



Verfahrensmerkmale:

- ringförmige, plusgepolte Plasmaanode
- Plasmalichtbogen mit geringer Leistungsdichte und großem Querschnitt
- MSG-Drahtzuführung im Zentrum des Plasmalichtbogens
- Getrennte Stromzuführung für MSG- und Plasmakomponente
- mehrere separat steuerbare Gasströme

Bild 1

Bild 1 zeigt das Prinzip des Plasma-MSG-Schweißens. Beide Lichtbögen erzeugen ein gemeinsames Schmelzbad. Dies wird durch eine Brenneranordnung erreicht, die den Plasma- und den MSG-Teil in sich vereinigt. Da beide Elektroden, die ringförmige Plasma-Elektrode und das MSG-Kontaktrohr auf engem Raum angeordnet werden, müssen beide positives oder negatives Potential gegenüber dem Werkstück haben. Durchgesetzt hat sich in der Anwendung die positive Polarität, da mehrere Faktoren für diese elektrische Polung sprechen. Die Plasmaelektrode hat die höchste thermische Belastung auszuhalten. **Bild 2** zeigt einen typischen Brenneraufbau.

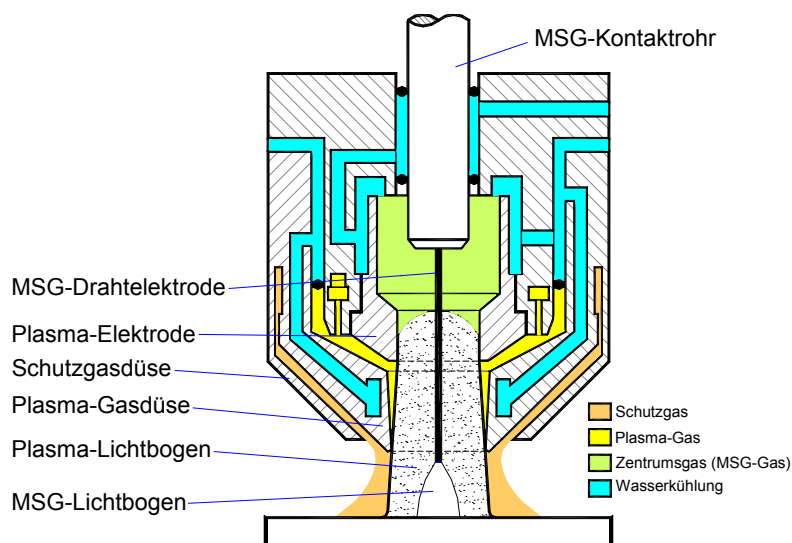


Bild 2 Brenneraufbau

Das bisherige Hauptanwendungsgebiet ist das Aluminiumschweißen dicker Bleche. Die Anordnung der Kathode auf der Werkstückseite gewährleistet eine sehr gute Reinigungswirkung, die Aluminiumoxide werden aufgebrochen. Dies gilt sowohl für den Plasma- als auch für den MSG-Prozess. Außerdem gewährleistet diese elektrische Anordnung eine bessere Tropfenablösung.

Neuerdings wird auch Stahl mit Aktivgas geschweißt. Um die Einsatzmöglichkeiten beim Schweißen der höchstfesten Feinkornbaustähle zu prüfen, wurden Schweißungen an dem Stahl S1100QL (XABO 1100) Blechdicke 6 mm mit dem Schweißzusatz Union X96 durchgeführt. Die Proben wurden unter den folgenden Bedingungen geschweißt:

Schweißmaschinen: 2 Merkle PU 400 RS (Plasma – MSG)

Nahtform: V-Naht, 1 mm Luftspalt

Schutzgas / Plasmagas: Ar + 10% CO₂ / Ar

Drahtelektrode: Union X 96 1,2mm

Schweißstrom: gepulst 110/350 A

Schweißgeschwindigkeit: 40 cm/min

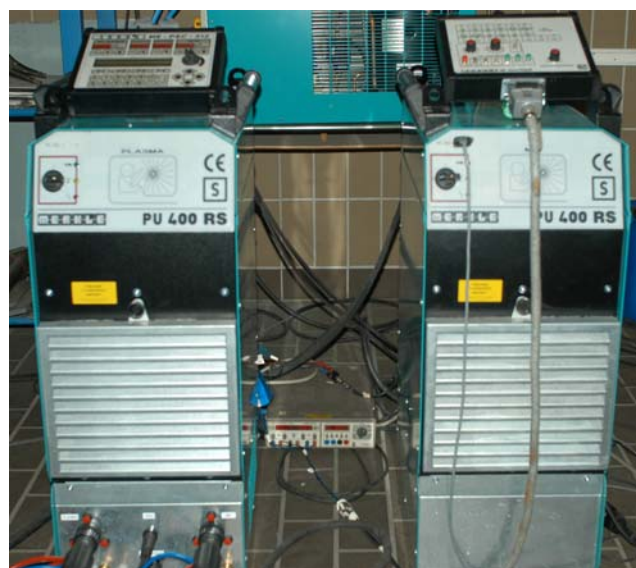


Bild 3 Schweißanlage der Fa.Merkle mit Brenner und Drahtvorschubeinheit

Das nachfolgende **Bild 4** zeigt einen Makroschliff, sowie die Ober- und Unterseite der Schweißnaht. Es ergibt sich einlagig eine günstige Nahtüberhöhung sowie eine gut durchgeschweißte Wurzel.



Makroschliff



Oberseite



Unterseite

Bild 4

Die Ergebnisse der mechanisch technologischen Prüfungen sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt und zeigen teilweise sehr gute Resultate.

R_{p 0,2} N/mm²	R_m N/mm²	A₅ %	Z %	Bruchlage
1120	1228	6	38	GW/WEZ
1131	1236	6	34	GW/WEZ

Der Härteverlauf **Bild 5** über die Schweißnaht zeigt trotz der relativ hohen Wärmebringung für diesen Werkstoff gute Härteverläufe, die im Bereich der Werte des Grundwerkstoffes liegen. Die Höchststärke in der Wärmeeinflusszone überschreitet mit ca. 460 HV die Härte des Grundwerkstoffes nur geringfügig. Der Härteverlauf ähnelt dem beim üblichen Schutzgasschweißen, während die erreichten Streckgrenzenwerte besser als beim Schutzgasschweißen sind.

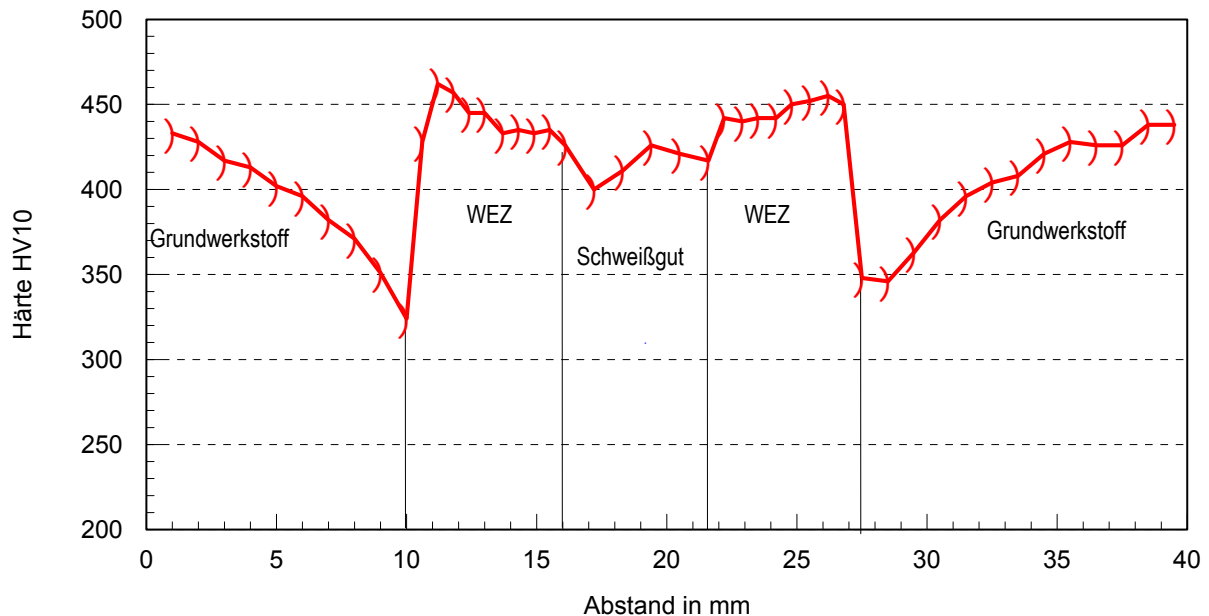


Bild 5 Härteverlauf HV 10 der Schweißverbindung S1100QL (XABO 1100)

2. Anwendungsmöglichkeiten

Ursprünglich wurde das Plasma-MSG-Schweißen für das Aluminium-Hochleistungsschweißen vor allem von Blechen mit einer Dicke > 5 mm entwickelt. Der Anwendungsbereich ist heute wesentlich breiter. Er reicht vom normalen Plasma-Schweißen mit einer zentralen Zuführung des Drahtes, auch für das Plasma-Löten, bis zum schnellen Schweißen von Stahl im Dünoblechbereich.

Besondere Vorteile dieses Verfahrens sind:

- Die verbesserte Energiesteuerung durch die zwei getrennt steuerbaren Prozesse, den Plasma- und MSG-Lichtbogen.
- Sie ermöglichen damit eine flexiblere Steuerung des Einbrandprofils.
- Prozessintegrierte Vorwärmung durch den Plasmalichtbogen
- Die Nahtübergänge können flacher werden, Vermeidung von Einbrandkerben.
- Nahtanfangsbinde- und -endfehler sowie Flankenbindefehler können vermieden werden.
- Minimale Porenbildung und fast kein Spritzer auswurf
- größere Schweißgeschwindigkeiten sind realisierbar

Zur Zeit beschäftigt sich DaimlerChrysler mit der Einführung dieses Verfahrens z.B. an der neuen Hinterachse aus Stahl. Die Fa. BSB in Burgau lässt bei der Fa. Merkle Versuche an Druckluftbehälter durchführen.

Zusammenfassung und Ausblick

Das Plasma-MSG-Schweißen ist ein Hybrid-Schweißverfahren und ermöglicht durch die Kombination von zwei Verfahren eine Leistungssteigerung. Der Plasma-Teil verbessert die Energiesteuerungsmöglichkeiten und verhindert dadurch am Nahtanfang Bindefehler. Durch den MSG-Teil wird eine zentrale symmetrische Drahtzuführung erreicht. Der MSG-Prozess gewährleistet eine hohe Abschmelzleistung.

Die Zündung des Plasma-Lichtbogens kann über einen herkömmlichen Hochspannungsimpuls (HF-Zündung) oder dem Softstart (Liftarc), wie er beim MIG-Schweißen von Aluminium erfolgreich angewendet wird, erfolgen.

Die breite Einführung des Plasma-MSG-Schweißens in die Serienfertigung z.B. in der Autoindustrie hängt sehr wesentlich von der **Zuverlässigkeit des Prozesses und der Standzeit der Brenner ab.**

Erste Versuche im Stahlbereich zeigen unter Anwendung von Aktivgasen (z.B. Ar+10%CO₂) bereits gute Ergebnisse. Schweißgeschwindigkeiten von bis zu 3 m/min abhängig von der Dicke des Materials sind durchaus möglich. Aufgrund der besseren Spaltüberbrückbarkeit und somit besseren Toleranzausgleich der Hybridverfahren werden zurzeit umfangreiche Untersuchungen bei den Herstellern von Betonpumpen und Autokränen zur Schweißung von Auslegern und Tragarmen durchgeführt.

Die Spaltüberbrückbarkeit und damit der Toleranzausgleich in der Fertigung dürfte meines Erachtens noch besser sein als bei dem Laserstrahlhybrid- Schweißverfahren.

Außerdem ist der wirtschaftliche Aspekt einer solchen Investition gerade für mittelständische Betriebe von enormer Bedeutung. Hier dürfte sich das Plasma-MSG-Verfahren am ehesten durchsetzen, da die Investition um ein vielfaches geringer, als bei einer Laser- oder Laser-Hybrid-Anlage ist.

Da eine Laserstrahlhybrid-Anlage aufgrund der geringeren erforderlichen Laserleistung schon günstiger ist als eine reine Laserstrahlschweißanlage (ein kW Laserleistung kostet ca. 50.000 €) und wegen der besseren Spaltüberbrückbarkeit (größere Fertigungstoleranzen möglich) hat die Fa. Schwing eine Untersuchung beim Fraunhofer Institut Werkstoff- und Strahltechnik IWS in Dresden zur Ermittlung und Optimierung der mechanisch-technologischen Eigenschaften beim Laserhybridschweißen von S1100QL in Auftrag gegeben. Auch hier wiesen die Hybridnähte höhere Festigkeiten als MAG-Schweißungen auf.

Literatur

- [1] Matthes, K.-J.; Kusch, M.: "Plasma-MIG – ein Verfahren auch für dünne Aluminiumbleche?", Der Praktiker 6/2001, S. 220-223, ISSN 0554-9965.
- [2] Matthes, K.-J.; Kusch, M.: Plasma-MIG-Schweißen von Stählen und Aluminiumwerkstoffen 3. Chemnitzer Symposium Fügetechnik/Schweißtechnik 14.05.1998, Chemnitz.
- [3] Plasma-MSG-Schweißen – Vorstellung einer interessanten Prozesskombination- Vortrag von Dipl.Ing. W. Rosenfeld und Dr.Ing. H. Cramer, SLV München Technologietransfer 2003
- [4] P. Gerster, H. Wegmann: Besonderheiten beim Schneiden und Schweißen hochfester Feinkornbaustähle bis 1100 N/mm² Mindeststreckgrenze DVS – Berichte Band 228-2004