

Vorteile des Plasmalichtbogens

# Das Werkzeug für feine Verbindungen



Wirtschaftlichkeit und Qualität werden in der „klassischen“ Schweißtechnik immer noch durch die metallurgischen Eigenschaften der Werkstoffe begrenzt. Auch die physikalischen Eigenschaften der offenen Lichtbogen als freie Leiter reichen nicht aus. Ebenso führen notwendige geometrische Formen, der Temperatureinfluss sowie die menschliche Bedienung und Steuerung der Prozesse zu Einschränkungen. Schweißverfahren mit höherer Energiedichte und einfacherer Mechanisierung können diese Probleme minimieren. Der Plasmalichtbogen bietet diesbezüglich interessante Lösungen.

Als Weiterentwicklung des WIG (Wolfram-Inertgas)-Schweißverfahrens wird das Plasmaschweißen seit etwa 30 Jahren industriell genutzt. Das Einschnüren des Lichtbogens führt zu einer vielfach heißeren Lichtbogentemperatur, **Bild 1**. Im Bereich der Düse geschieht dies mechanisch im wassergekühlten Kupfer-Mundstück, in der Lichtbogenstrecke durch die Wahl der Gase und deren chemisch/thermischen Reaktionen. Zusätzlich führt der Einsatz eines pulsierenden Stroms mit hoher Frequenz zur Stabilisierung des Lichtbogens.

Die Vorteile des WIG-Verfahrens treffen auch für das Plasmaschweißen zu:

- reine Lichtbogenatmosphäre,
- gute Übersicht über den Schweißbereich (keine Schlacke),
- präzise Handhabung.

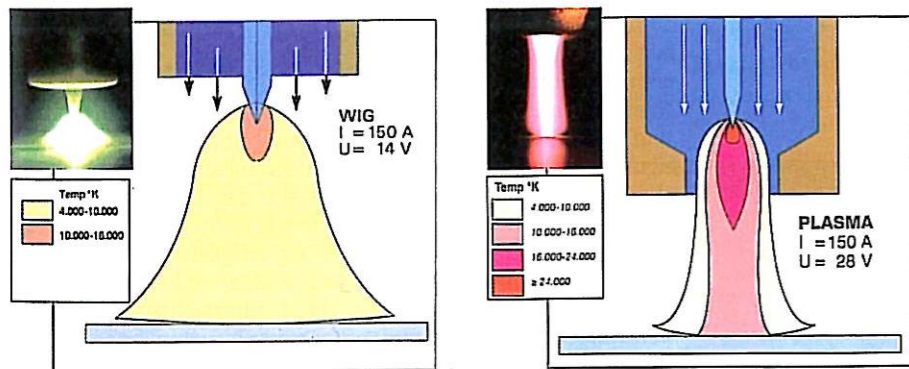
Deutlich übertroffen wird das WIG-Verfahren durch das Plasmaschweißen in folgenden Punkten:

- höhere Energiedichte und damit größere Leistung und Reinheit,

- sicheres Zünden des Lichtbogens ohne Hochfrequenz,
- richtungsstabiler auslenkbarer Lichtbogen,
- kleinste Schweißströme ab 0,06 A,
- wiederholbare Genauigkeit.

### Einsatzkriterien des Mikroplasmenschweißens

Grundsätzlich entsprechen die Einsatzkriterien des Mikroplasmenschweißens denen des WIG-Verfahrens. Häufig wird bemängelt, das Mikroplasmenschweißen verlange eine höhere Präzision der Werkstückvorbereitung. Dies ist jedoch begründet in den sehr unterschiedlichen Dimensionen von Werkstücken, für welche die beiden Verfahren zum Einsatz kommen. Sinnvoll ist eine Toleranzangabe in Bezug auf die zu schweißende Werkstückdicke, üblicherweise wird das Einhalten von maximal 8-10% Abweichung empfohlen. Bei einem Blech von 2 mm Wanddicke sind somit etwa 0,2 mm zulässig. Interessan-



**Bild 1**  
Temperaturverlauf im Wolfram-Inertgas-Lichtbogen (links) und im Plasma-Lichtbogen (rechts).

**Bild 2**  
Verbindung unterschiedlicher Werkstücke, Mikroplasma manuell mit Kaltdraht.

te Anwendungen des Mikroplasmaverfahrens sind bei Dicken von zum Beispiel 0,2 mm gegeben.

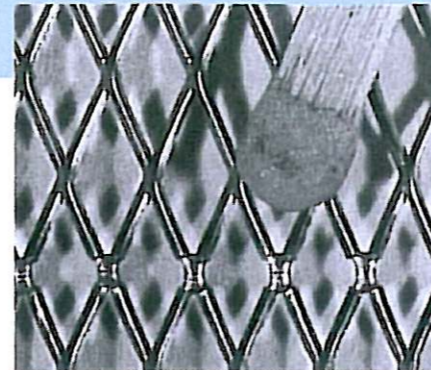
Bei gleicher Beurteilung bezogen auf die Dicke, liegen die Toleranzen damit im Bereich von hundertstel Millimetern. Um die erforderliche Präzision der Werkstückpositionierung zu erreichen, kommen häufig spezielle Vorrichtungen zum Einsatz. Die Teile werden geklemmt, um Verzug zu verhindern. Ferner ist es sinnvoll, die Teile während des Schweißens zu bewegen, da die Wärmeabfuhr in die Klemmvorrichtung ein Überhitzen des Nahtbereiches verhindert.

### Stromquellen für das Plasmaverfahren

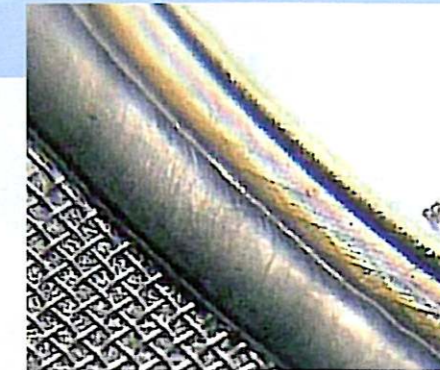
Das notwendige Zusammenarbeiten von verschiedenen Komponenten beim Mikroplasmenschweißen stellt höhere Anforderungen an die Stromquelle. Etwa 80% der Oerlikon-Stromquellen „Plasmafix P+T“ werden in mechanisierten und automatisierten Schweißanwendungen eingesetzt, **Bild 2** und **Bild 3**. Die restlichen Anlagen werden manuell verwendet.

Die Stromquelle muss einen Pilotlichtbogen erzeugen und sollte über einen Pulsgenerator für Pulsfrequenzen über 8000 Hz verfügen. Da Plasmaanwendungen stets anspruchsvoll sind, erhöhen sich ebenso die Ansprüche an die Stromquellen für diese Schweißverfahren:

- Regelbereich bis zu tiefsten Schweißströmen, stabil ab 0,06 A;
- exakt wiederholbare Parameter;
- Vorgabe von Abweichungstoleranzen mit Schutzfunktionen (zum Beispiel „Stopp“ oder „Alarm“ bei Über- oder Unterschreiten vorgegebener Limits);
- Speichermöglichkeit von Programmen, möglichst mit Zuordnung zu Werkstücken;
- Eignung für 24-h-Betrieb, 7 Tage/Woche;
- programmierbare Diagnoseprogramme und Servicepunkte;
- einsetzbar als Slave oder Master;
- Drucker- und/oder PC-Verbindung zur Qualitätsüberwachung.



**Bild 2**  
Anwendungsbeispiel aus der Filterherstellung: Der richtungsstabile Lichtbogen des Mikroplasmabrenners erlaubt das Verbinden von Drahtgeflechtes.



**Bild 3**  
Verbindung unterschiedlicher Werkstücke: Mikroplasma, automatisiert angewendet mit Kaltdraht.

Bei der Auslegung des Gesamtsystems, **Bild 4**, muss auch die Kühlung des Brenners sowie die Regelung der Gasdrücke beachtet werden. Das Zentrums gas fließt zwar nur mit 0,2 l/min, dieser Fluss muss jedoch zwischen dem Zustand einer vollen und einer nahezu entleerten Gasflasche exakt gleich bleiben. Zur Mechanisierung stehen heute Baukastensysteme zur Verfügung, sowohl für das Längsnahtschweißen als auch für das Schweißen von zylindrischen Bauteilen in Rundschweißvorrichtungen.



**Bild 4**  
Plasma-Bandschweißanlage mit Schneideinrichtung, induktiver Glühvorrichtung, Walzeinrichtung und Längsnaht-Vorrichtung zum Plasmaschweißen von Rohren in der Klimatechnik.

*Bild (5): Oerlikon*

Durch seine höhere Stabilität und Präzision ist der Mikroplasma-Lichtbogen vergleichbar mit einem Werkzeug. Bei mechanisierten Anwendungen sind daher vom Bedienungspersonal weitere besondere Fähigkeiten gefordert: das Erkennen von Zusammenhängen, wie Maßgenauigkeit, den Parametern Geschwindigkeiten, Zeiten und Toleranzen sowie Kenntnisse in Pneumatik und Steuerungstechnik. Das Profil des Ein-

richters entspricht dem eines Mechanikers, wobei der Bediener keine spezielle Fachausbildung benötigt.

Die Ergebnisse der Vorversuche für Kunden aus der ganzen Welt aus den Laboren der Oerlikon Schweißtechnik dienen häufig als Grundlage der Arbeitsvorbereitung für das Personal, sei es zur Konstruktion, der Wahl der Werkstoffe

und Parameter oder zur Gestaltung des Arbeitsplatzes.

### Zusammenfassung

Der Plasmalichtbogen erhält seine Stabilität durch die Einschnürung in der Düse, die chemische Zusammensetzung des Schutzgases sowie fallweise durch das schnelle Pulsieren des Schweißstroms.

Vor der Wahl des Schweißmaterials und der Konstruktion im Nahtbereich, aber auch vor der Entscheidung hinsichtlich Mechanisierungslösungen, sollten stets Schweißversuche durchgeführt werden. Passende Spannvorrichtungen müssen den Genauigkeitsanforderungen der Werkstücke genügen und helfen dann, die Teile vor Überhitzung zu schützen.

Das Plasmaschweißen steht nicht im Wettbewerb zum WIG-Schweißen, sondern ist eine sinnvolle Ergänzung und Weiterentwicklung in Richtung größerer Effizienz und verbesserter Automatisierungsmöglichkeiten.

Wilfried Kippes und Hans-Rudolf Frauenfelder

*Wilfried Kippes arbeitet bei der Oerlikon Schweißtechnik GmbH in Eisenberg; Hans-Rudolf Frauenfelder bei der Oerlikon-Schweißtechnik AG in Zürich/CH.*

### Info

Oerlikon Schweißtechnik GmbH, Industriest. 12, 67304 Eisenberg, Tel. 06351 / 476-0, Fax -402, E-Mail: oerlikon@airliquide.com, Internet: www.oerlikon.de

### Nieten „in kleinsten Dimensionen“

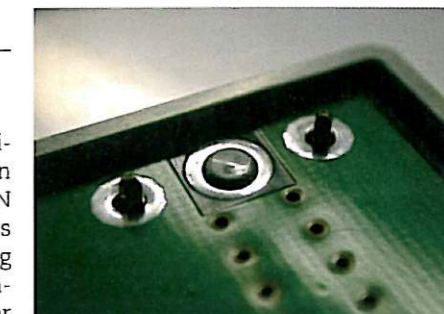
#### Nietmaschine für die Feinwerktechnik

Auch die Niettechnik muss mit der immer weiter getriebenen Miniaturisierung Schritt halten. Mit der Radial-Nietmaschine „RN 181 reduziert“ für feinste Nietverbindungen bietet BalTec, Pfäffikon/CH ([www.baltec.com](http://www.baltec.com)), eine technologisch führende Lösung. Die Kinematik dieser Maschine erlaubt es, sogar kleinste Nietdurchmesser aus Aluminium und faserverstärkten Kunststoffen zu vernieten, **Bild 5**. So

ist es möglich, beim Absenken des Nietwerkzeugs auf das Niet den Nietanfang zu orten, wenn die auf das Niet wirkende Kraft unter 0,1 kN liegt.

Die Maschine ist mit reduzierter Kolbenfläche und einer extrem reibungsarmen Kinematik ideal für feinwerktechnische Nietaufgaben konzipiert. Mit der Steuerung und dem Process Controller lässt sich beispielsweise der Nietkraft-

anstieg während einer 0,5 s dauernden Nietphase auf 0,5 N begrenzen, sodass das Nietwerkzeug auf kleinsten Umformwegen immer noch mindestens vier rosettenförmige Umläufe auf dem Niet ausführt. Die nominelle Nietkraft beträgt 1,5 kN bei einem hydraulischen Druck von 6 bar. Der Werkzeughub ist 30 mm.



Mit der neuen Nietmaschine lassen sich beispielsweise elektrische Leiterplatten an Gehäusen befestigen.

*Bild: BalTec*