

# Die Veröffentlichung des Vortrags wurde unterstützt von:



**Schillinger Emil**

**H-7300 Komló, Patak u. 10.**

**E-mail: [schillinger.emil@unisystembau.hu](mailto:schillinger.emil@unisystembau.hu)**

**Tel.: +36 72 581 000**

**Mobil: +36 20 924 0815**

**MIG-Löten**

**2.4.11**

**Rennerod**



Willkommen bei der DINSE G.m.b.H.

Der Spezialist für Ihre Schweißanwendung  
- Mehr als 50 Jahre Schweißerfahrung -

Der Begriff MIG-Löten bezeichnet ein Verfahren, das unter Verwendung von Invertergeräten (MIG/MAG Puls- oder Standardschweißen) durchgeführt wird. Es ist praktisch ein Hartlötverfahren, das unter einer Schutzgasglocke mit einem elektrischen Lichtbogen durchgeführt wird. Das Grundmaterial geht nicht in einen flüssigen Zustand über wie etwa beim Schweißen.

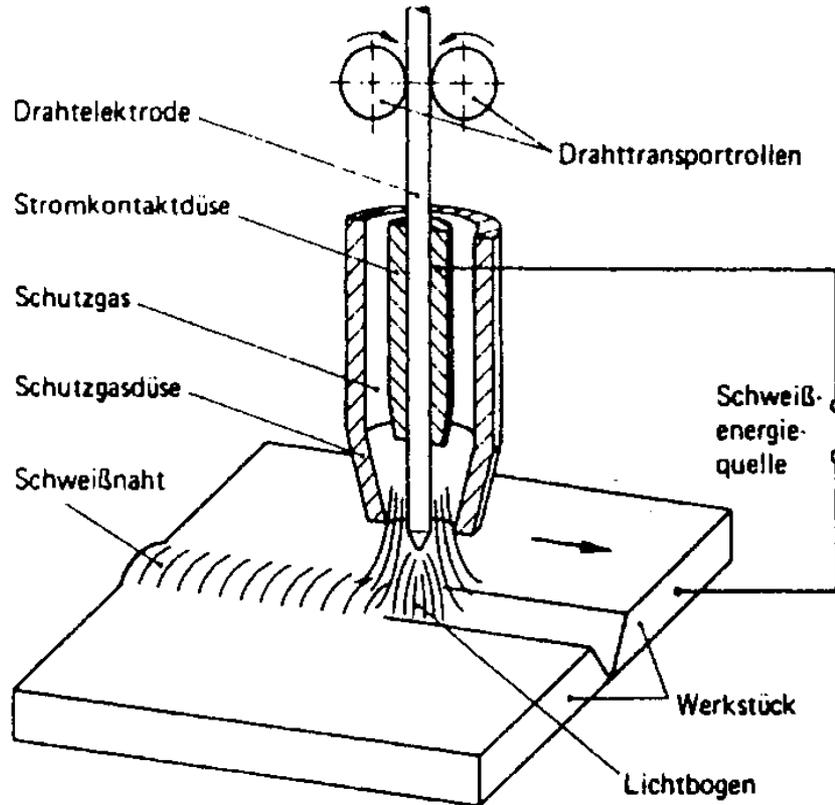
Hauptanwendungsgebiete für das MIG-Löten ist das Verbinden von dünnen (zink)beschichteten Blechen z.B. im Kfz Bereich, Klima und Lüftungstechnik etc. sowie hochlegierten Blechen verschiedenster Stärken z.B. im Apparatebau für die Lebensmittelindustrie. Als Zusatz kommt überwiegend CuSi 3 zur Anwendung. Die Zinkschichtstärke variiert zwischen 0,02 und 0,5 mm.

Hauptvorteil beim löten von verzinkten Blechen ist die niedrige Schmelztemperatur des Zusatzdrahtes (ca. 1000°C) dadurch geringere Wärmeeinbringung und geringerer Verzug des Werkstücks. Da Zink bei ca. 420 °C schmilzt und die Verdampfungstemperatur bei ca. 900°C liegt, wird im Vergleich zum Schweißen wesentlich weniger Zink verdampft.

Aus diesem Grund ist die Rauchentwicklung weitaus geringer, die Poren und Bindefehler werden stark reduziert. Da die Flächen neben der Schweißnaht sowie auf der Rückseite der Bleche weitaus weniger Zinkabbrand haben, ist der Korrosionsschutz gegenüber dem herkömmlichen Schweißen weitaus höher. Durch die kathodische Schutzwirkung des Zink's bleibt der Korrosionsschutz bis zu einer Distanz von ca. 2mm erhalten. Ebenso brennt der Lichtbogen stabiler.

Der Zusatzwerkstoff ist wesentlich weicher als ein normaler Schutzgasschweißdraht, daher ist die Nachbearbeitung der gelöteten Oberfläche wesentlich einfacher und leichter zu handhaben.

Als Schutzgase kommen in der Regel reines Argon oder auch Argon mit geringen Zusätzen (max. 2%) an Sauerstoff oder CO<sub>2</sub> in Frage.



- Ein Lichtbogen brennt zwischen einer mechanisch transportierten abschmelzenden Elektrode, die gleichzeitig Schweißzusatz ist, und dem Werkstück
- Das Schutzgas ist in der Regel inert.
- Grundwerkstoff wird nur benetzt und nicht aufgeschmolzen
- Zusatzwerkstoff auf Kupferbasis mit niedrigem Schmelzpunkt (890° bis 1050°C)

## ■ Vorteile

- Weniger Spritzer
- Geringere Wärmeeinbringung
  - geringere Verformung
  - weniger verdampfter Zink
  - dadurch geringere Rauchentwicklung
  - schmalere Wärmezone
- Weniger Verlust von Zink um die Naht
- Keine Korrosion der Naht
- Einfachere Nachbehandlung der Naht
- Kathodischer Schutz des Grundwerkstoffs um die Naht
- Höhere Schweißgeschwindigkeit
- Bessere Kapillarwirkung,
- Benetzungsverhalten
- größere Luftspaltüberbrückung

## ■ Nachteile



- Schlechtere mechanische Eigenschaften
- Zusatzwerkstoff teurer 10 bis 20 fach
- MIG Löten sensibler als Schweißen

SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN

- Karosseriebau in der Automobilindustrie
- Bauteile der Lüftungs-, Kühl- und Klimatechnik
- Haushaltsgeräte
- Feuerschutztüren
- Dach- und Fassadenteile
- Bauindustrie Lebensmittelindustrie
- chem. Industrie



- Stahl
- verzinkte Bleche
- Kupfer und Kupferlegierungen
- Messing
- Chrom Nickel
- Aluminiumbronzen

## ■ Unterschiedliche Verzinkungsarten

- Bleche können galvanisiert-, oder elektrolytisch-, oder auch feuer verzinkt sein
- Nur bedingt geeignet für das MIG Löten sind feuerverzinkte Bleche
- Bleche können ein- oder beidseitig verzinkt sein
- Materialien entsprechen den Standards DIN 17162 und EN 10142
- Zinkschichtstärke variiert zwischen 0,02 - 0,5 mm
- Schutzeffekt steigt proportional zur Zinkstärke
- Spezielle Materialien sind hitzebehandelt nach dem Verzinken zum Schutz des Ausblumens
- Korrosionsschutz kann verbessert werden durch ca 5 % Aluminiumanteil



SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN

- Zink hat die Eigenschaft, angegriffene Flächen durch seinen kathodischen Schutzeffekt wiederherzustellen
- Dieser Effekt kann vor Kratzern schützen und andere angegriffene Flächen bis zu 2 mm ausgleichen

- Ein erhöhter Bedarf für die Verringerung des Korrosionsrisikos
- Anwendungen in der Auto-, Möbel- und Bauindustrie, Klima- und Heizanlagen,
- Eine preiswerte Wahl gegenüber CrNi Stählen
- Für dünne Bleche der meistgebräuchliche Korrosionsschutz



- Dicke Zinkschichten (feuerverzinkt)
- Zu große Wärmeeinbringung
- Zink hat niedrige  $\sim 420^{\circ}\text{C}$  Schmelztemperatur und  $\sim 900^{\circ}\text{C}$  Verdampfungspunkt (Stahl schmilzt  $\sim 1540^{\circ}\text{C}$ )
- Zinkdämpfe und Oxyde verursachen
  - Spritzer
  - Poren
  - instabilen Lichtbogen
  - Bindefehler
- Gesundheitsrisiken !!!
  - Zinkdämpfe verursachen leicht  $\sim 40^{\circ}\text{C}$  Zinkfieber
  - auf gute Belüftung muss geachtet werden

## ■ Lochnaht

SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN



## ■ MAG Schweißen

Geringere Wärmeeinbringung durch Ändern:

- der Schweißparameter
- des Schweißprozesses
- des Zusatzwerkstoffes
- der Nahtform
- der Schweiß-/Lötposition



■ MIG-Lötverbindung Die Festigkeit wird durch die Kapillarwirkung um ein Mehrfaches erhöht

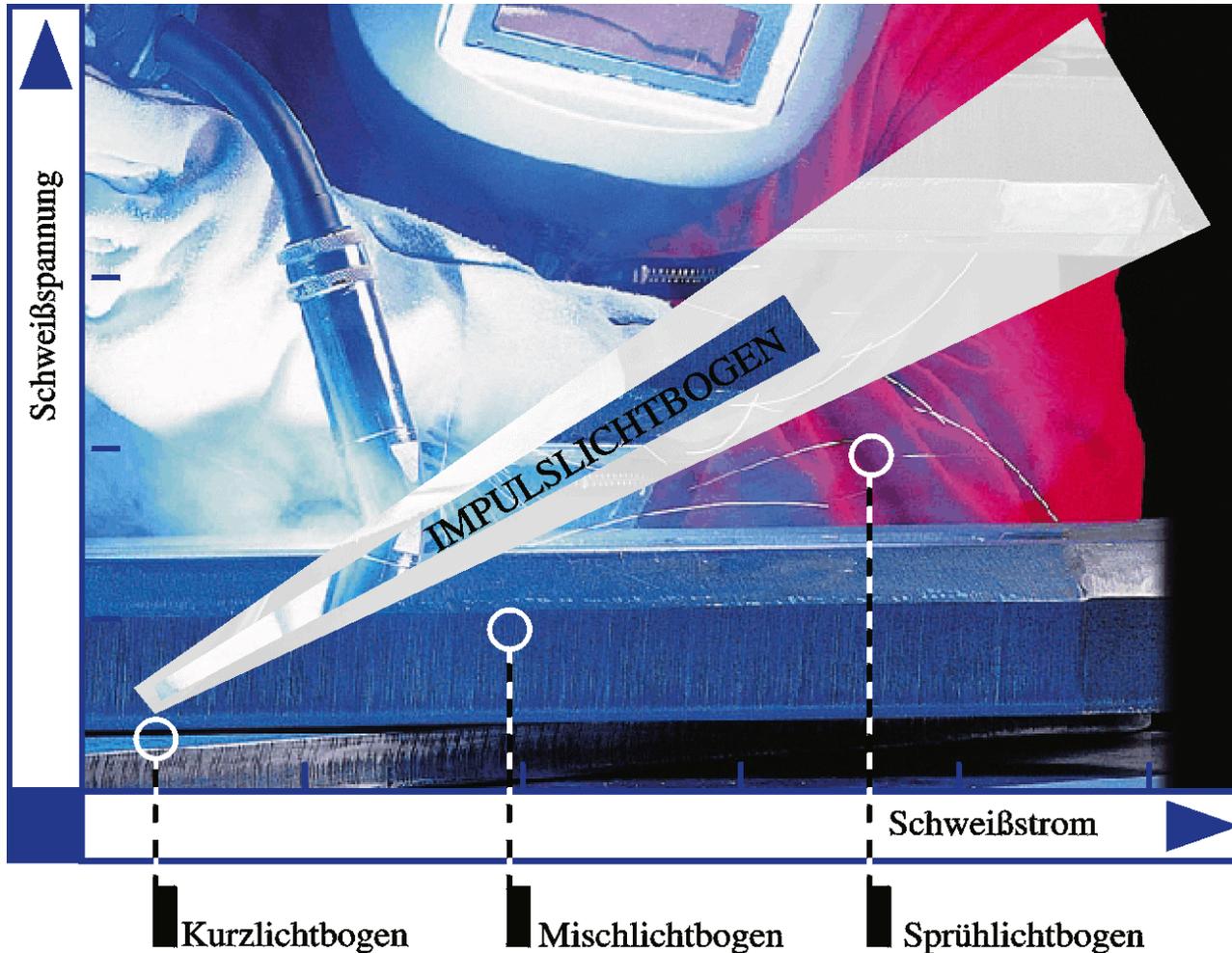
SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN



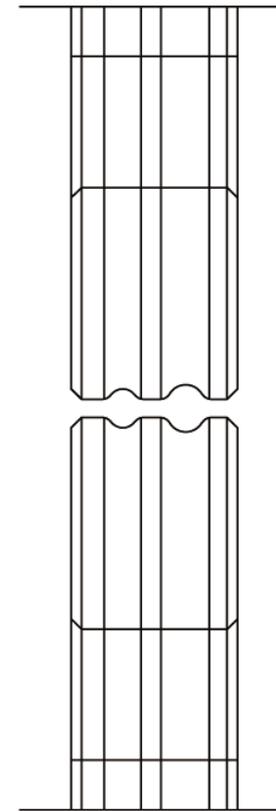
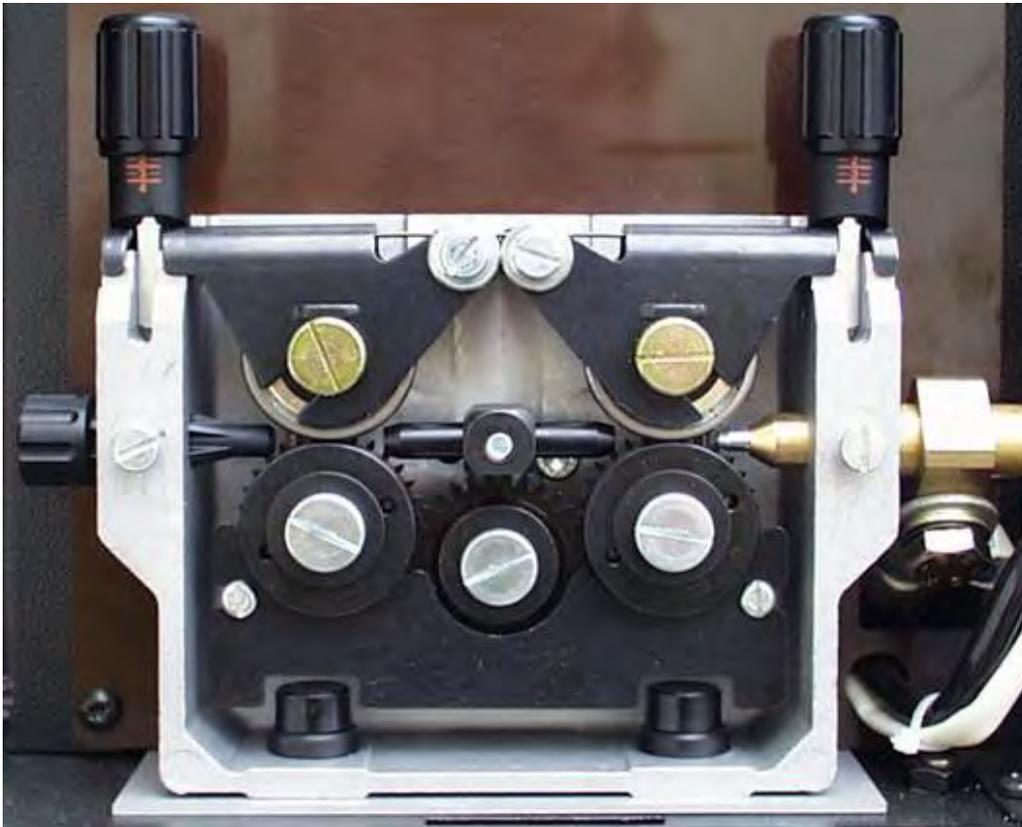
SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN



- Drahtvorschubrollen  $\varnothing$  37mm (U-Nut)
- Teflon- bzw. Kunststoff-Grafit-Seele

SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN

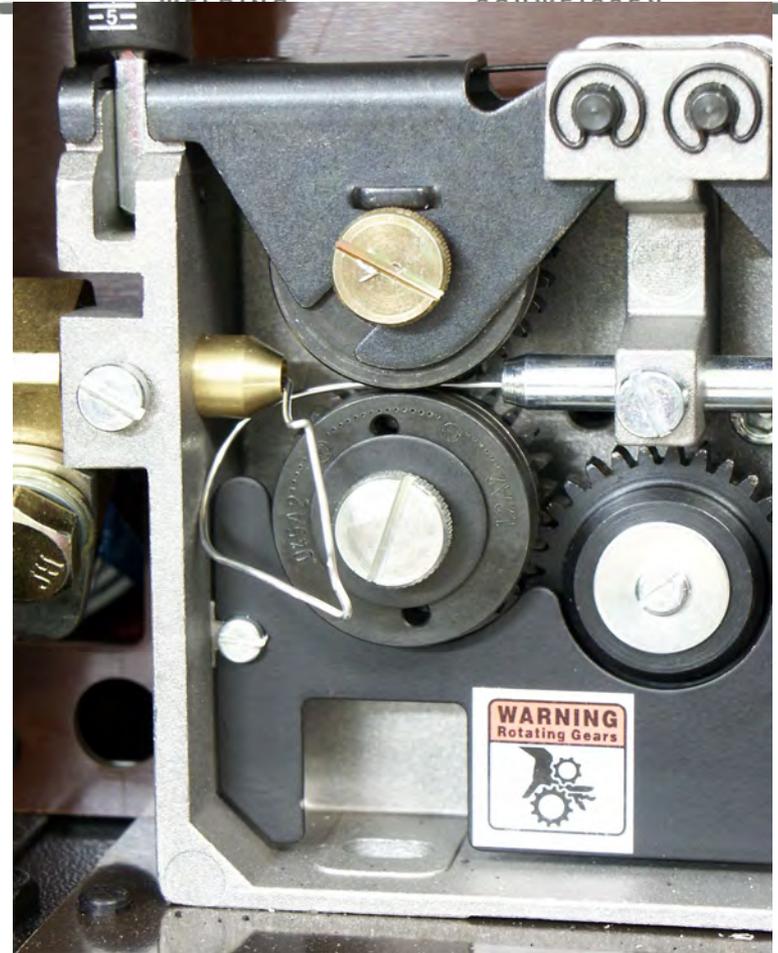
Geschmolzenes Spiralenende



Messingvorsatz



Messingstützrohr



# Überlappstoß an Blechen mit unterschiedl. Luftspalten



SCHWEISSEN

WELDING

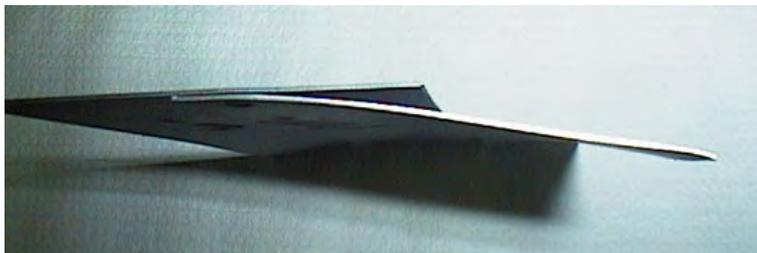
SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN



■ Blechdicke 0,8 mm



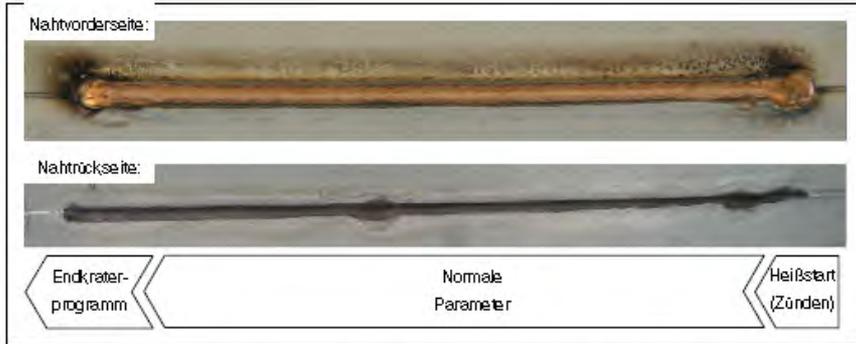


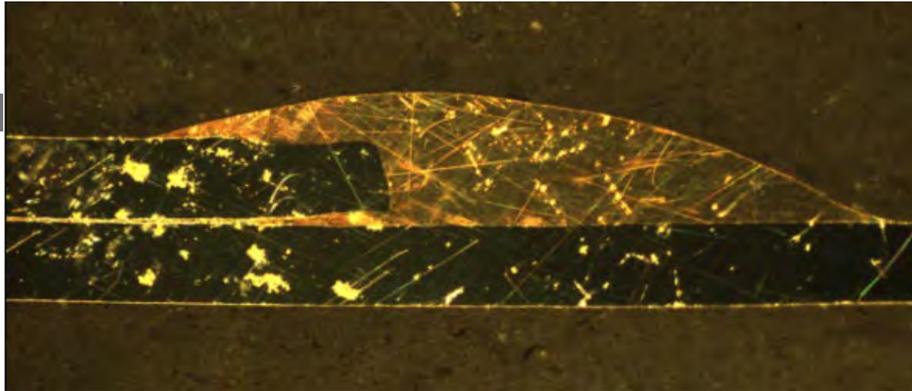
Abbildung 4-1; Nahtaussehen einer abgesetzten Überlappnaht, PC [MS]

## Ober- und Unterseite einer MSG - Lötung an Karosserieblechen

Material:	= St12
s	= 1,0mm
Zinkschicht:	≈ 7μ
Draht:	= CuSi 3
∅	= 1,0mm
I <sub>s</sub>	= 115A
U <sub>a</sub>	= 15,4V
V <sub>s</sub>	= 74cm/min



Unterseite einer MSG - Schweißung an Karosserieblechen



Querschliffe von MSG-Lötverbindungen an Karosserieblechen ( $s=0,8\text{mm}$ ) mit unterschiedlichen Spaltbreiten.

SCHWEISSEN

WELDING

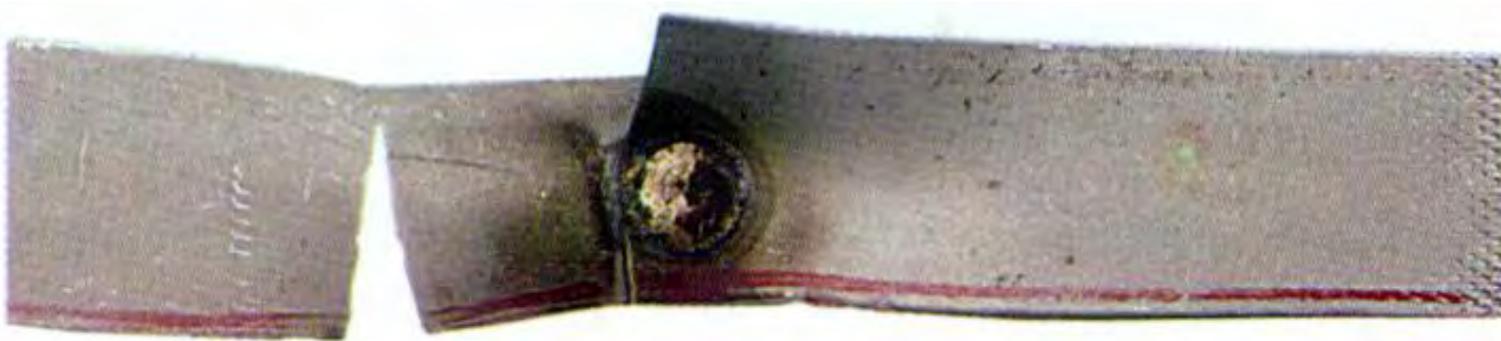
SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN



Die Lochpunktschweißung knöpft aus



Die Lochpunktlotung reißt im GW

- MSG - Lötverbindung am Überlappstoß CuSi3 + 100%Ar



- Die Bruchlage der Zugabe ist immer im unbeeinflussten Grundwerkstoff.
- Es wurden durchschnittliche Festigkeiten von 335N / mm<sup>2</sup> erreicht.

- Versuch vollmechanisch, Blechdicke 0,9mm, elektrolytische Verzinkung, Schichtdicke 7µm

Draht	Schutzgas	Lichtbogenverhalten / Spritzer	Porosität	Wärmeeintrag	Nahtaussehen	Fließverhalten
<b>CuSi3</b>	Argon	+	o	++	+	o
	99%Ar, 1%O <sub>2</sub>	++	++	o	++	++
	97,5%Ar, 2,5%CO <sub>2</sub>	++	+	o	+	++
	98%Ar, 2%N <sub>2</sub>	++	--	o	++	++
	98%Ar, 2%H <sub>2</sub>	+	--	o	+	o
	70%Ar, 30%He	+	+	+	+	o
<b>AIBz8</b>	Argon	+	++	++	+	+
	99%Ar, 1%O <sub>2</sub>	+	++	o	+	+
	97,5%Ar, 2,5%CO <sub>2</sub>	+	++	o	+	+
	98%Ar, 2%N <sub>2</sub>	--	+	-	-	o
	98%Ar, 2%H <sub>2</sub>	--	-	-	o	o
	70%Ar, 30%He	++	++	++	++	++
<b>BS100</b>	Argon	++	o	++	+	+
	99%Ar, 1%O <sub>2</sub>	++	+	o	++	++
	97,5%Ar, 2,5%CO <sub>2</sub>	+	+	o	++	++
	98%Ar, 2%N <sub>2</sub>	++	--	o	--	++
	98%Ar, 2%H <sub>2</sub>	--	--	--	--	--
	70%Ar, 30%He	+	o	+	+	+

“++” sehr gut, “+” gut, “o” befriedigend, “-” ausreichend, “--” ungenügend

# Eigenschaften der Zusatzwerkstoffe im Vergleich



SCHWEISSEN WELDING SCHWEISSEN WELDING SCHWEISSEN

Zusatzwerkstoffe	CuSi3	Comas	Bs100
<b>Nebeneffekte wie</b>			
Porenbildung	Einige	Minimal	Minimal
Spritzerbildung	Wenig	Minimal	Minimal
Abbrand der Beschichtung im Fügebereich	Etwas	Minimal	Minimal
Nahtgeometrie	Mittel	Gut	Gut
Anfallende Rauche und Stäube	Mittel	Mittel	Mittel
Zerstörung der Beschichtung auf der Blechrückseite	Mittel	Gering	Gering
Spaltüberbrückung	Mittel	Gut	Sehr gut
Korrosion der Naht	Keine	Keine	Keine
Schmelzbereich [°C]	910-1025	1030-1050	880-1020
Zugfestigkeit des Fügeguts [N/mm <sup>2</sup> ]	350	285	290
Härte der Fügestelle [HB2,5/62,5]	80	62	115

## ■ Zusatzwerkstoffe

- CuSi3
- CuSi2Mn1 (Comas)
- CuAl8 / AlBz8
- CuAl10
- CuSn6
- CuSn10MnSi(BS100)

## ■ Drahtauswahlkriterien

- Fließverhalten
- Festigkeit
- Härte
- Kosten

## ■ Schutzgase

- 100% Ar
- 98% Ar - 2% N<sub>2</sub>
- 98% Ar - 2% H<sub>2</sub>
- 97,5% Ar - 2,5% CO<sub>2</sub>
- 99% Ar - 1% O<sub>2</sub>
- 70% Ar - 30% He

SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN

- CuSi3 - (Ar 100%)
  - geringe Spritzerbildung, gleichmäßige Nahtgeometrie trotz des etwas unruhigen Lichtbogens
  - **Neigung zu Porosität**
  
- CuSi3 - (97,5% Ar, 2,5% CO<sub>2</sub>) / (99%Ar, 1% O<sub>2</sub>)
  - Der Lichtbogen ist stabiler.
  - geringere Porosität
  - breitere Naht (verbessertes Benetzungsverhalten)
  - **etwas höhere Wärmeeinbringung gegenüber Argon**
  
- CuSi3 - (98% Ar, 2%N<sub>2</sub>)
  - ausgezeichnetes Lichtbogenverhalten
  - minimale Spritzerbildung
  - gute Spaltüberbrückbarkeit
  - eine optisch schöne Naht
  - **erhöhte Porosität (nur im Röntgenfilm und im Schliff erkennbar)**
  
- Das Gas ist zu bevorzugen, wenn optische Anforderungen an die Naht überwiegen und der Porenbildung kein Bedeutung zukommt.

SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN

- CuSi3 - (98% Ar, 2% H<sub>2</sub>)
  - Das Lichtbogenverhalten und das Nahtaussehen sind noch akzeptabel.
  - **starke Porosität**
  - **schlechtes Fließverhalten**
  
- Das Gas ist für das MSG-Löten nicht zu empfehlen.
  
- CuSi3 - (70% Ar, 30% He)
  - ähnliche Ergebnisse wie mit reinem Argon
  
- Höhere Wärmeeinbringung

# MIG/MAG Bedienpanel



SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN

Korrektur der Lichtbogenlänge

Anwahl des Grundwerkstoffs und des Drahtdurchmessers

Arbeitspunkt  
Drahtfördergeschwindigkeit  
Leistung

**MIG/ MAG**

- Standard-Schweißen
- Impulslichtbogen-Schweißen



SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN



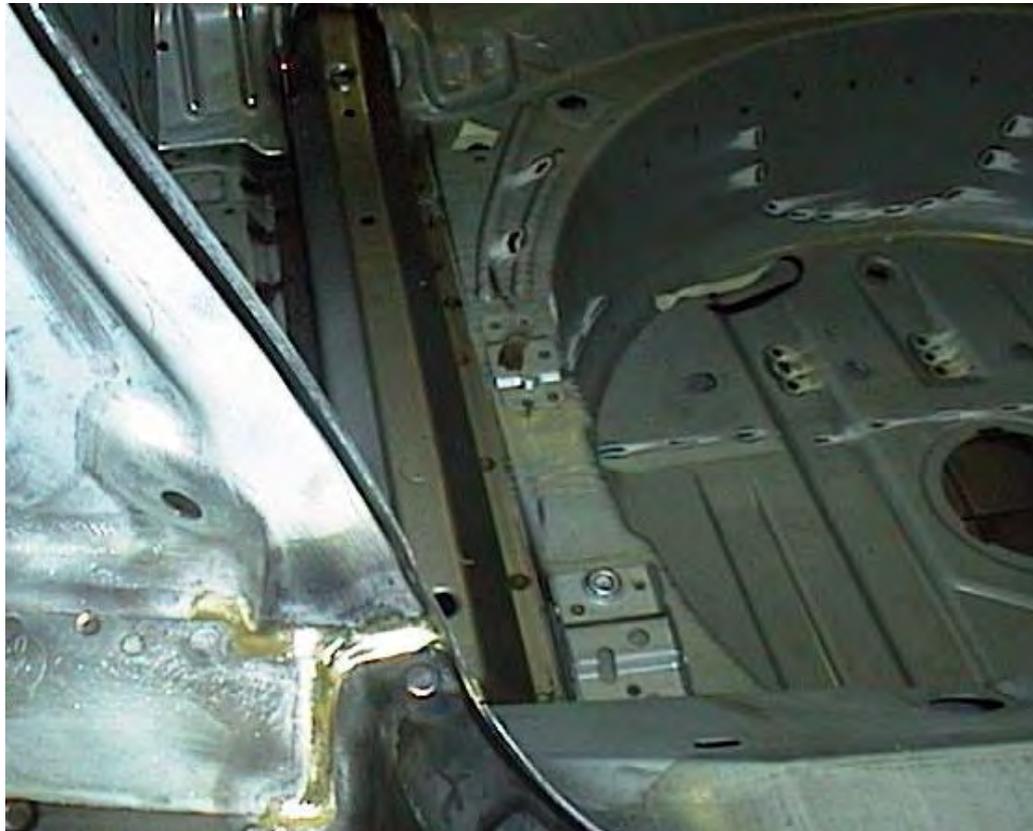
SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN



SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN



SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN

## ■ Löt­nähte im Heckbereich



SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN

## ■ Lötnähte im Heckbereich



SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN

WELDING

SCHWEISSEN

## ■ Lötnähte im Frontbereich





**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!**

Wenn Sie Fragen haben oder weitere Informationen benötigen, können Sie sich gerne an uns wenden:



**Schillinger Emil**

**H-7300 Komló, Patak u. 10.**

**E-mail: [schillinger.emil@unisystembau.hu](mailto:schillinger.emil@unisystembau.hu)**

**Tel.: +36 72 581 000**

**Mobil: +36 20 924 0815**