

Fachveranstaltung

Schweißtechnische Gemeinschaftsveranstaltung

Dienstag den 9.11.2004
Barleben

Themen:

**Auswahl von Schutzgasen für das Schweißen
von Aluminium - und legierungen**

Schutzgas - Schweißen von Aluminium

**Schweißen von Aluminium -
Anforderung an den Schweißer aus Sicht der
Ausbildung**

Magdeburger Schweißtechnik GmbH

An der Sülze 6 39179 Barleben
Tel. 039203-75193 Fax 039203-751940

Linde AG Geschäftsbereich Linde Gas

Gradestraße 107 12347 Berlin
Tel.030-60908218 Fax 030-60908174
Gebietsverkauf Hartmut Jänicke

Metallbauer Innung Magdeburg

Hakeborner Str.7-11 39112 Magdeburg
Tel.0391-8520152 Fax 0391-8520153

Schweißtechnische Lehranstalt Magdeburg GmbH

An der Sülze 7 39179 Barleben
Tel.039203-7610 Fax 039203-76155

Fronius Deutschland GmbH

Liebigstraße 15 67661 Kaiserslautern
Tel.0631-35127-0 Fax 0631-35127-50

Fachveranstaltung

Auswahl von Schutzgasen für das Schweißen von Aluminium - und legierungen

Dipl.-Ing. Frank Steller
Gas und Engineering Linde AG



Magdeburger Schweißtechnik GmbH
An der Sülze 6, 39179 Barleben
Tel. 039203-75193 Fax 039203-751940

Linde AG
Fronius Deutschland GmbH
SLM Magdeburg

Schweißtechnische Gemeinschaftsveranstaltung

Auswahl von Schutzgasen für das Schweißen von Aluminium – und legierungen

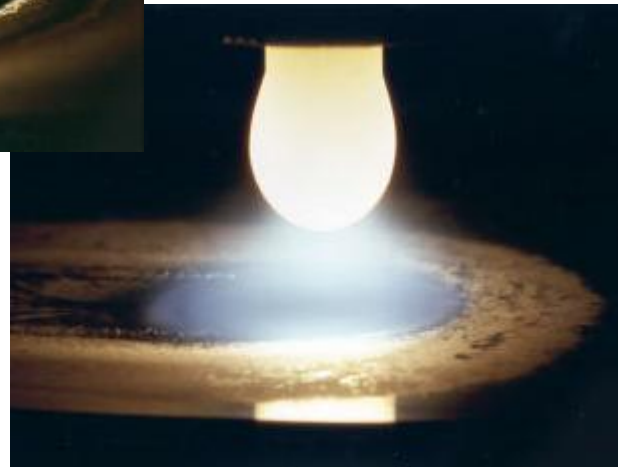
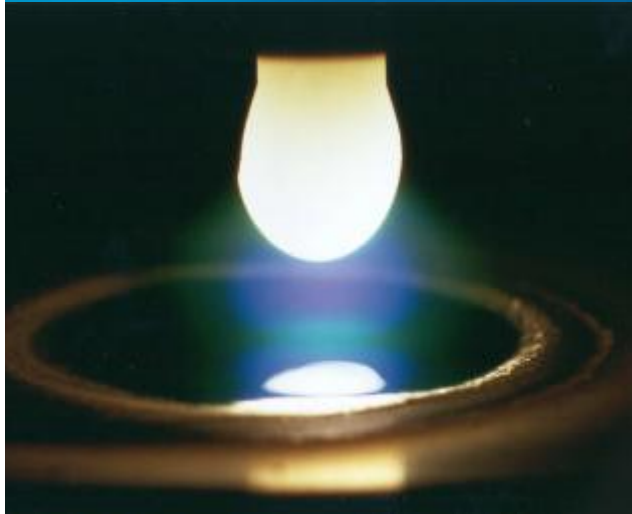
Frank Steller

Linde AG, Linde Gas

MAV – Hamburg

Tel.: 040 -853121-223

Auswahl von Schutzgasen für das Schweißen von Aluminium - ein optimierendes Werkzeug



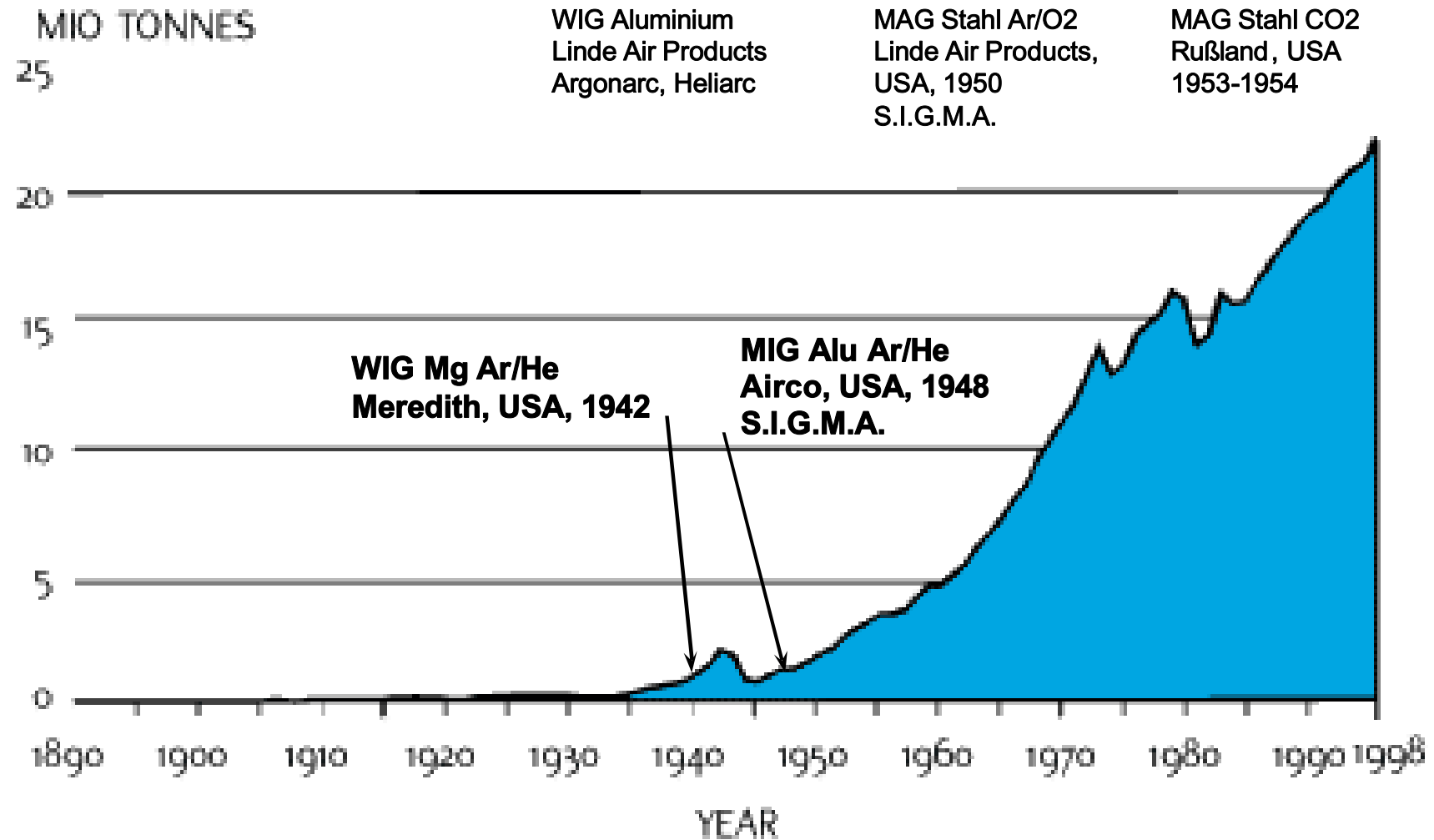
MIG (~) WT 20 Ø 4,0 mm $v_s = 25$ cm/min Helium → Argon → Krypton

Inhalt

1. Ein paar Marktdaten
2. Bezeichnung und Eigenschaften
3. Typische Nahtfehler - und wie man sie vermeidet
4. Helium im Schutzgas - wozu?
5. Dotierte Schutzgase
6. Neue Entwicklungen
7. Zusammenfassung

1. Ein paar Marktdaten

Entwicklung des weltweiten Bedarfs an Primäraluminium



Transport und Bauwesen - die wichtigsten Abnehmer

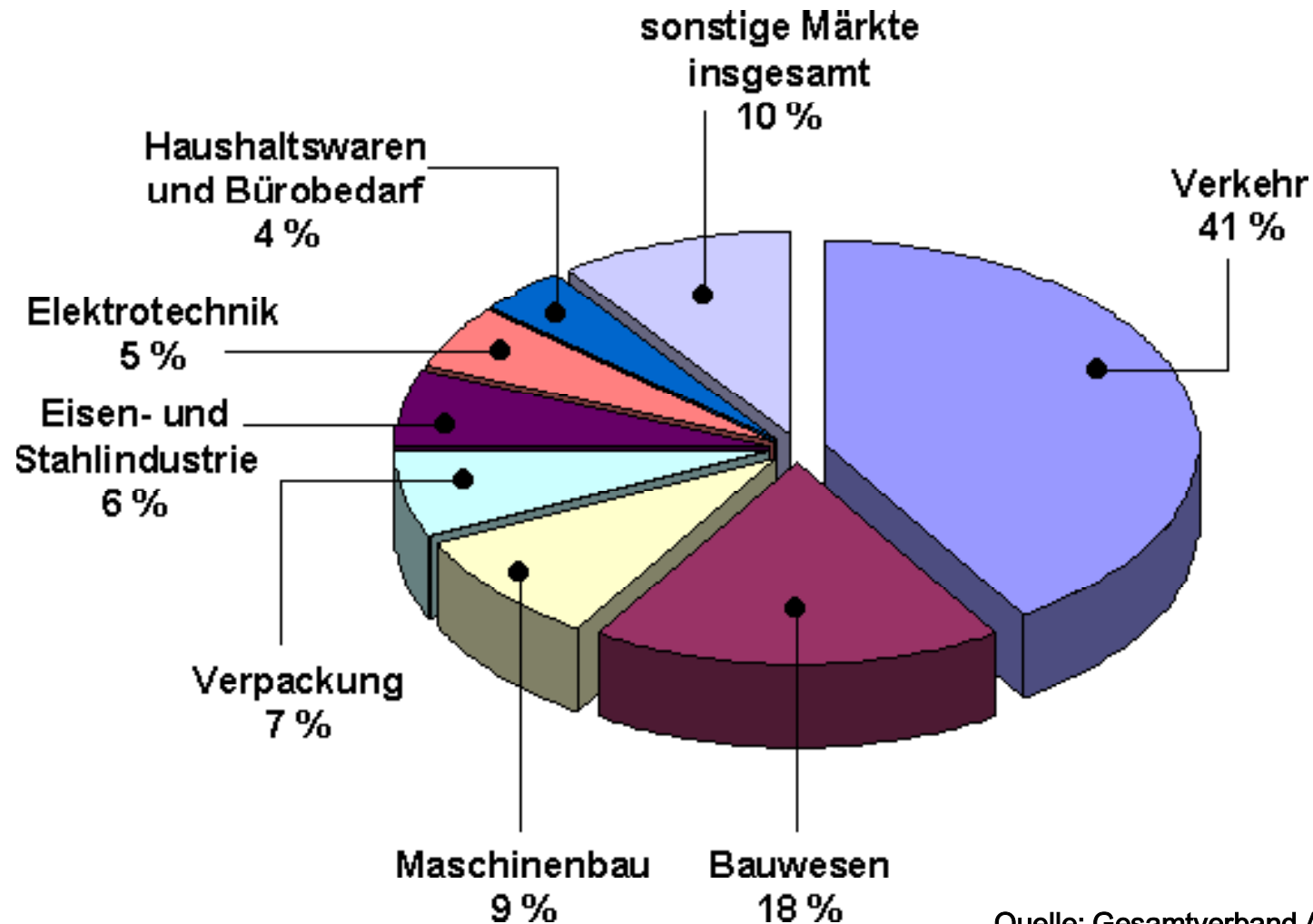


Der Aluminiumanteil in europäischen Autos wird sich von derzeit 90 Kg auf 130 Kg erhöhen in 2005

Quelle: EAA, Brüssel



Einsatzgebiete von Aluminium - Deutschland 2001



Quelle: Gesamtverband Aluminium

2. Eigenschaften und Bezeichnung von Aluminiumwerkstoffen

Vergleich der Eigenschaften von Aluminium und Eisen

Eigenschaften		Al	Fe
Atomgewicht	[g/Mol]	26,98	55,84
Kristallgitter		kfz	krz
Dichte	[g/cm ³]	2,70	7,87
E-Modul	[Mpa]	67 · 10 ³	210 · 10 ³
Ausdehnungskoeffizient	[1/K]	24 · 10 ⁻⁶	12 · 10 ⁻⁶
R_{p0,2}	[Mpa/mm ²]	≈ 10	≈ 100
R_m	[Mpa/mm ²]	≈ 50	≈ 200
Spezifische Wärme	[J/kg·K]	≈ 890	≈ 460
Schmelzwärme	[J/g]	≈ 390	≈ 272
Schmelztemperatur	[°C]	660	1536
W-Leitfähigkeit	[W/m·K]	235	75
E-Leitfähigkeit	[m/O·mm ²]	38	≈ 10
Oxide		Al ₂ O ₃	FeO / Fe ₂ O ₃ / Fe ₃ O ₄
→ Schmelztemperatur	[°C]	2050	1400 / 1455 / 1600

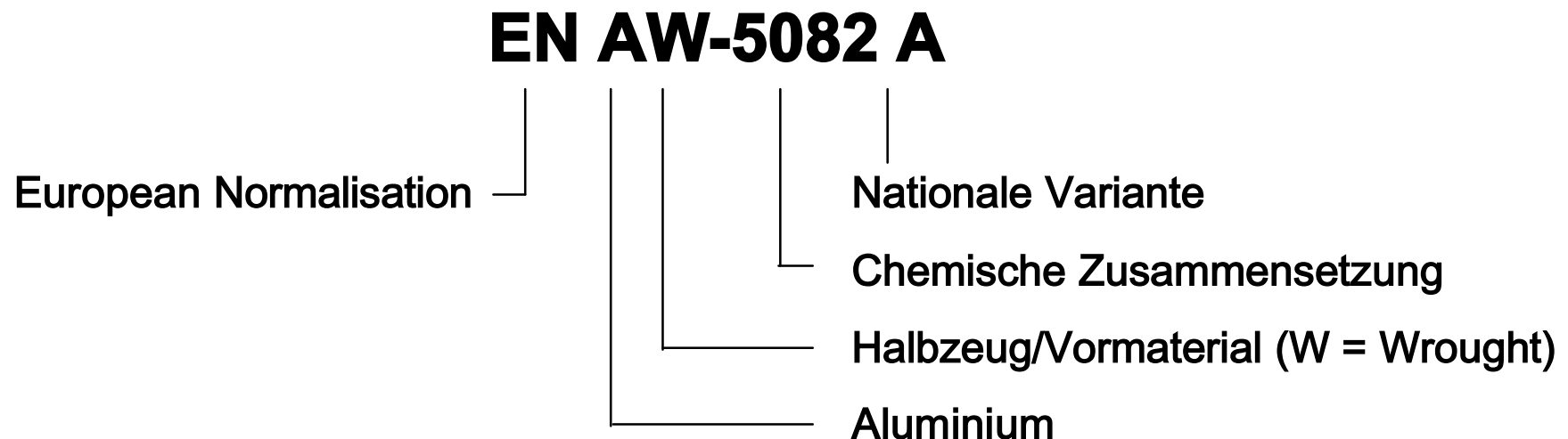
Bezeichnung der Aluminiumwerkstoffe /1

1.1 Bezeichnung von Aluminium und Aluminium-Knetlegierungen

EN 573-1 legt neue Werkstoffnummern

fest, die dem Bezeichnungssystem der Aluminum Association,
Washington DC / USA entsprechen

Bezeichnungsbeispiel:



Bezeichnung der Aluminiumwerkstoffe /2

Numerische Bezeichnung mit vier Zahlen nach EN 573-1

Legierungsgruppen

EN AW - 1xxx (1000 Reihe) Aluminium 99.00% mindestens oder mehr

- <u>2xxx (2000)</u>	Haupt-Legierungselement	- Kupfer
- <u>3xxx (3000)</u>		- Mangan
- <u>4xxx (4000)</u>		- Silizium
- <u>5xxx (5000)</u>		- Magnesium
- <u>6xxx (6000)</u>		- Mg + Si
- <u>7xxx (7000)</u>		- Zink
- 8xxx (8000)		- andere Elemente
- 9xxx (9000)		- nicht benutzt

Chemische Zusammensetzung: siehe EN 573-3

Identifikation einer Legierung - Beispiel

1. durch numerische Bezeichnung

EN AW-5083

oder

2. durch chemische Symbole und - wenn vorhanden - eine Zahl = mittlerer Legierungsgehalt in Prozent

EN AW - Al Mg_{4,5}Mn_{0,7}

Mg = 4,0 - 4,9 %

Mn = 0,4 - 1,0 %

} plus weitere Elemente

Physikalische Eigenschaften einiger Al-Legierungen

Werkstoff-		Elektrische Leitfähigkeit bei 20 °C Sm/mm ²	Wärme- leitfähigkeit bei 20 °C W/cm K	Erstarrungs- Bereich °C
Kurzzeichen	Nummer (alt !)			
Al 99,5	3.0255	33,5 - 35,5	2,26 - 2,29	659 - 658
Al Mg 5	3.3555	14 - 19	1,20 - 1,34	625 - 590
Al Mg 4,5 Mn	3.3547	15 -19	1,20 -1,30	640 - 575
Al Mg Si 0,5	3.3206	26 - 35	2,0 - 2,4	650 - 615
Al Mg 1 Si Cu	3.3211	23 - 26	1,63	640 - 595
Al Zn 4,5 Mg 1	3.4335	21 - 25	1,54 - 1,67	655 - 610
G - Al Si 12	3.2581	17 - 26	1,3 - 1,9	580 - 570
G - Al Si 10 Mg	3.2381	17 - 26	1,3 - 1,9	600 - 550

Einfluss der Legierung auf die Nahtgeometrie



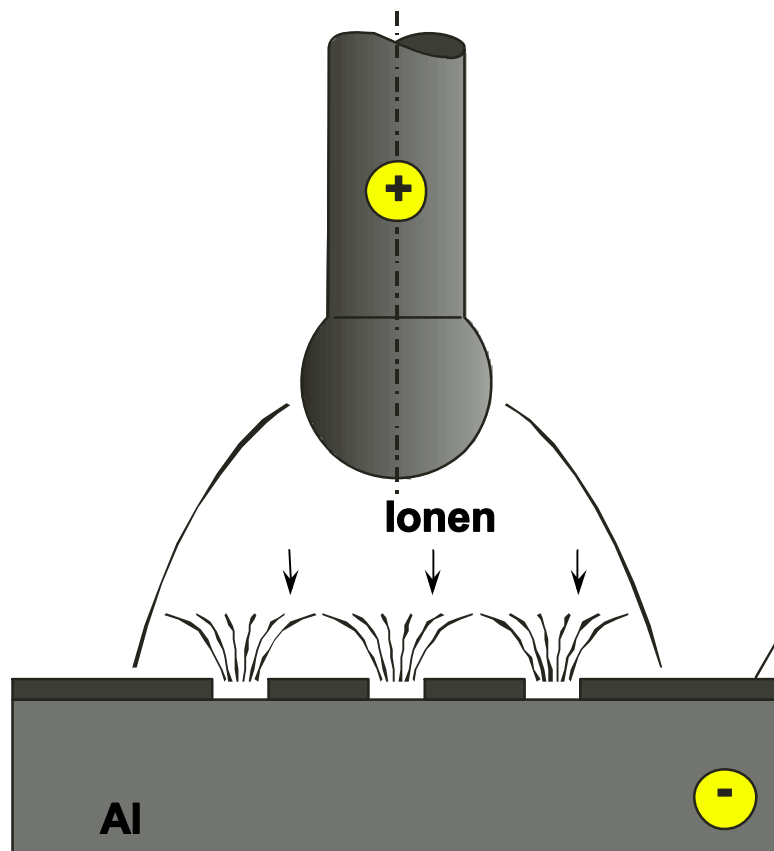
Elektr. Leitfähigkeit	[Sm/mm²]	≈ 17	≈ 28	≈ 35
Drahtelektrode	:	Al Mg 5	Al Si 5	Al 99,5 Ti
Strom / Spannung	[A] / [V]	250 / 26	300 / 28	340 / 29

Lichtbogenschweißprozesse für Aluminium

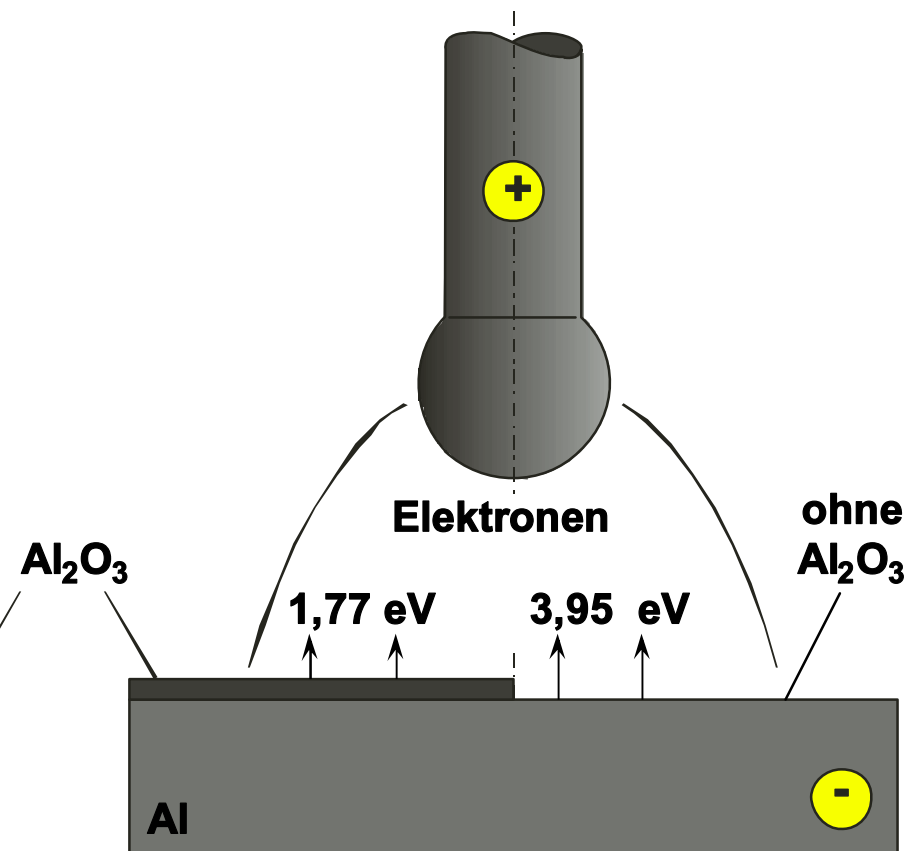
- MIG-Schweißen + Polung der Elektrode, Gleichstrom/ MIGk und MIGs
- MIG-Schweißen + Polung der Elektrode, gepulster Strom / MIGp
- WIG-Schweißen ~ Wechselstrom
- WIG-Schweißen – Polung der Elektrode, Gleichstrom
- Plasma-Schweißen – Polung, + Polung auch möglich

Reinigungswirkung bei plusgepolter Elektrode

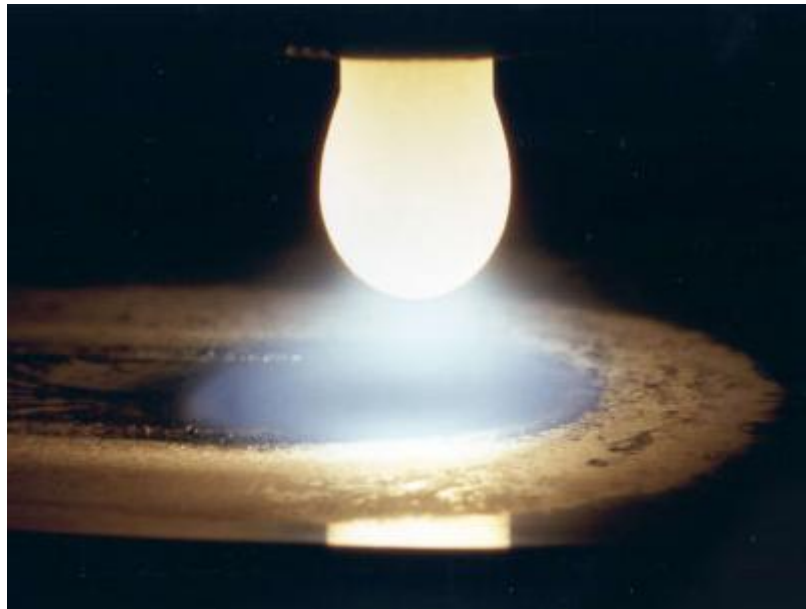
Reinigung durch
kinetische Energie



Elektronen -
Austrittsarbeit



Reinigungswirkung bei WIG-Wechselstrom /1 Kinetische Energie der Gasionen Argon⁺ und Helium⁺



Argon

$I = 180 \text{ A}$

$U = 18 \text{ V}$



Helium

$I = 180 \text{ A}$

$U = 27 \text{ V}$

WIG-Wechselstromschweißen von Al Mg 3

WT 20, Ø 4,0 mm $v_s = 25 \text{ cm/min}$

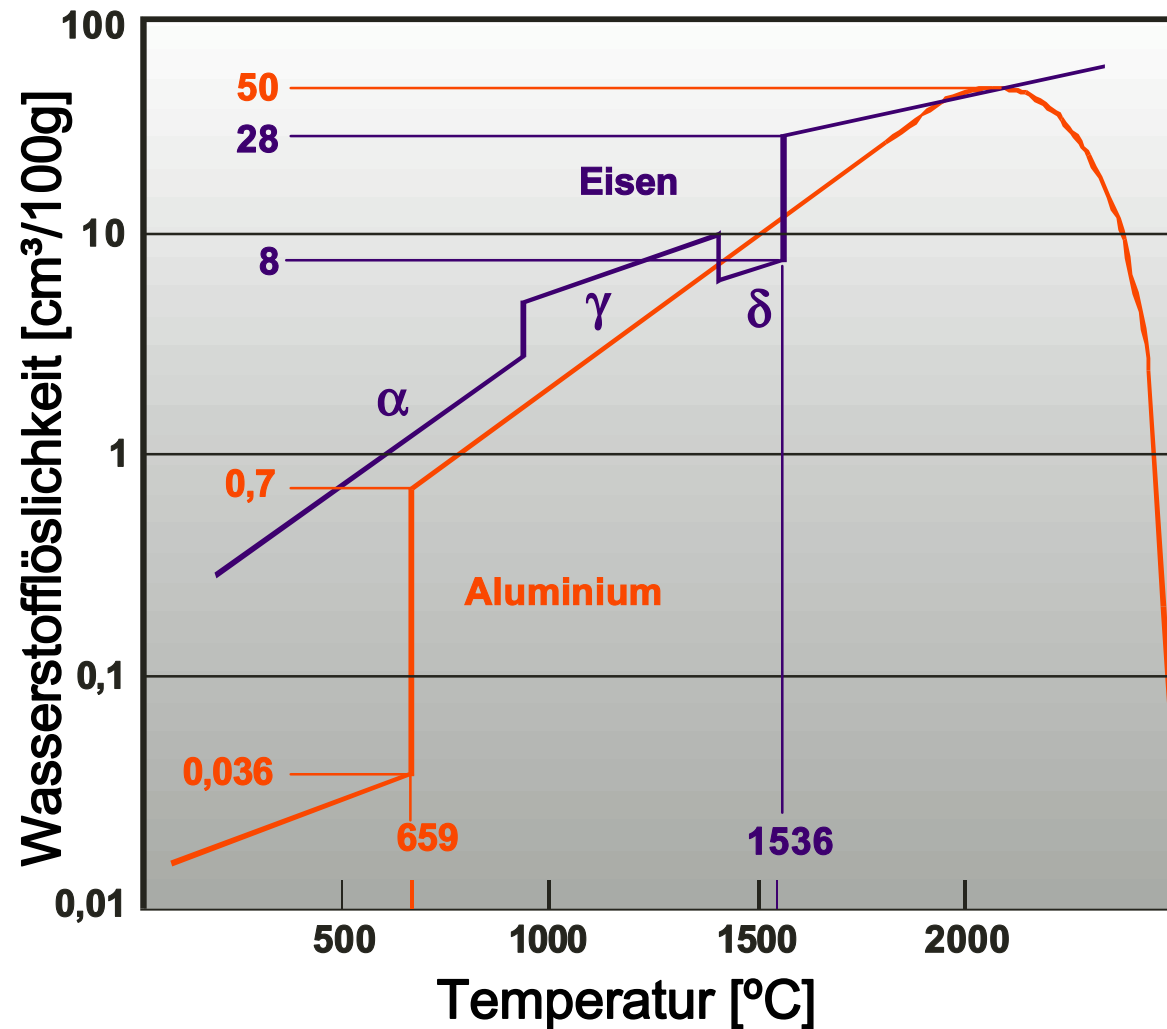
3. Typische Nahtfehler

... und wie man sie vermeidet

Fehler beim Schutzgasschweißen von Al-Legierungen

- Poren
- Bindefehler
- Risse (Heißrisse)
- Entfestigung
- Al_2O_3 Einschlüsse
- Al_2O_3 Trennung
- Verzug

Löslichkeit von Wasserstoff in Aluminium und Eisen



Maßnahmen zur Vermeidung von Porenbildung

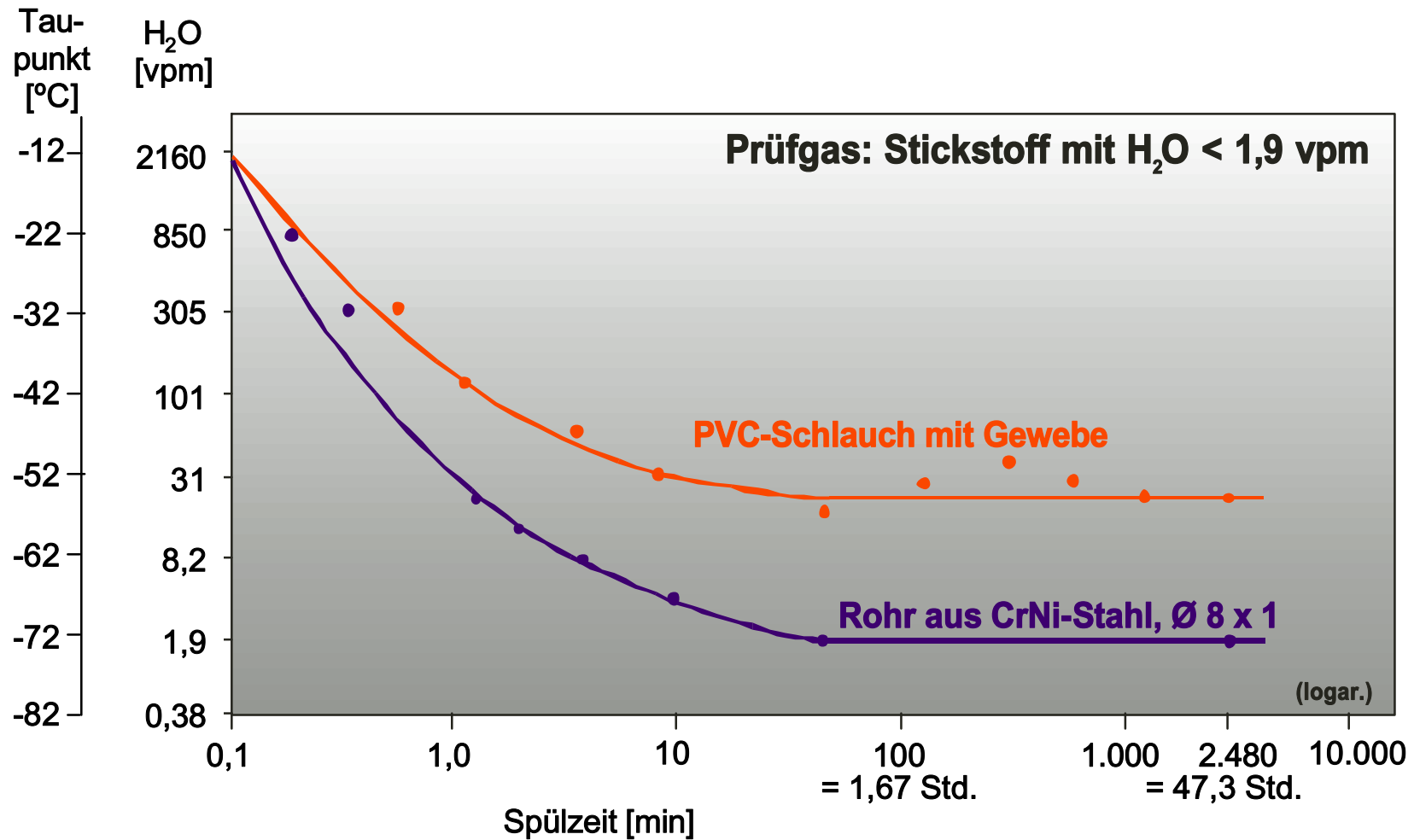
- Nahtbereich sauber und trocken
- Schmelzbad ausgasen lassen
 - großes Wärmeeinbringen: - Vorwärmen
 - hohe Lichtbogen - Leistung
- geeigneter Brenner - Kühlung, Gasführung
- geeigneter Schweißzusatz (Legierung, kein H₂ gelöst)
- Schweißzusatz mit sauberer / trockener Oberfläche
- keine Verunreinigung des Schutzgases

Mögliche Fehlerquellen in der Schweißanlage

Ursachen für Qualitätsminderung:

- Injektorwirkung - Luft
- Leck im Brennerkühlsystem
- Lecks im Gasversorgungssystem
- falsche Schlauchqualität
- zu langer Gasschlauch

Einfluß der Gasführung auf die Gasqualität am Brenner



Einfluss der Schlauchlänge auf den Feuchtigkeitsgehalt

Schlauchlänge [m]	Feuchtigkeitsgehalt H ₂ O [vpm]
10	39
8	35
6	21
4	18
3	16

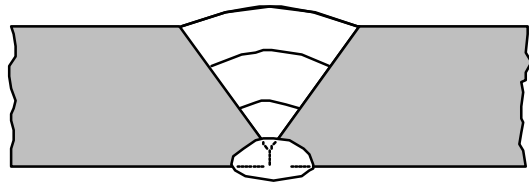
Prüfgas : Stickstoff mit H₂O < 1,4 vpm
Gasmenge : 10 l/min, Spüldauer : 24 Std.

(Schlauch - Nr. 1 von EZS - 1079)

Porenbildung beim Schutzgasschweißen

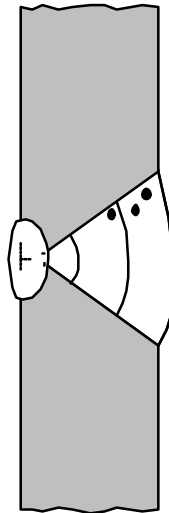
Einfluß der Schweißposition auf Lage und Verteilung der Poren

gut



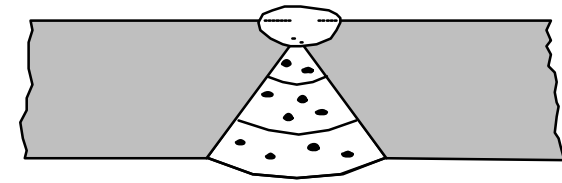
Position PA, PF
(w) (s)

ungünstig



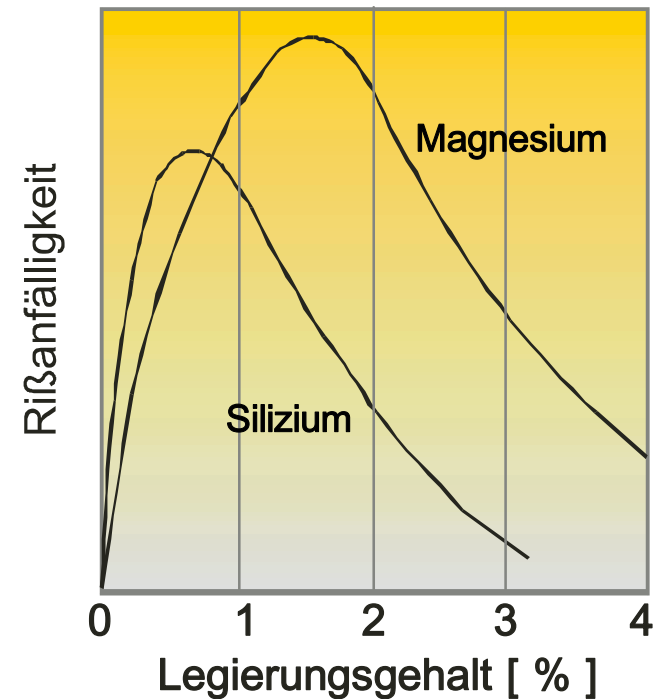
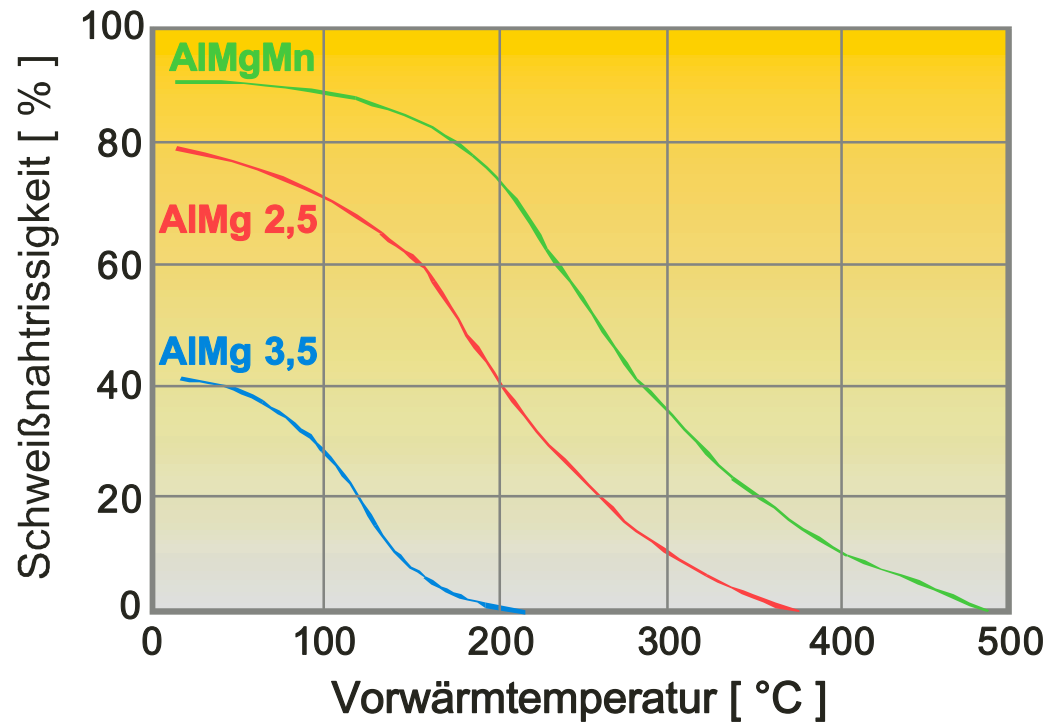
Position PC
(q)

schlecht



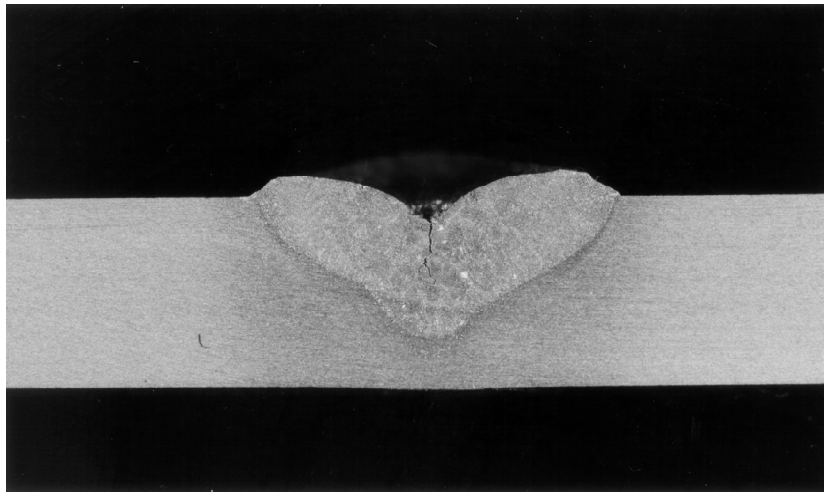
Position PE
(ü)

Rissvermeidung - Einfluss von Vorwärmtemperatur und Legierungsgehalt

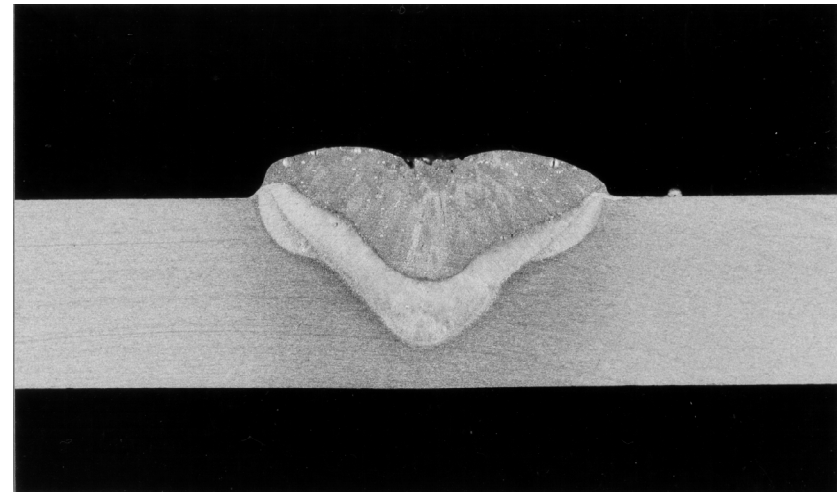


Vermeidung von Endkraterissen

Endkrateriss



Endkrater gefüllt

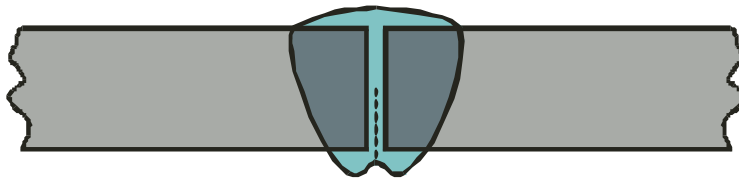


Möglichkeiten zur Rissvermeidung

- Gehalt an Cu, Pb, Zn begrenzen
- Schweißzusatz mit entsprechendem Si - und / oder Mg - Gehalt
- Schweißzusatz mit Zr (Bauwesen ?)
- Endkrater auf Auslaufblech
- Einsatz eines Endkraterfüllprogramms

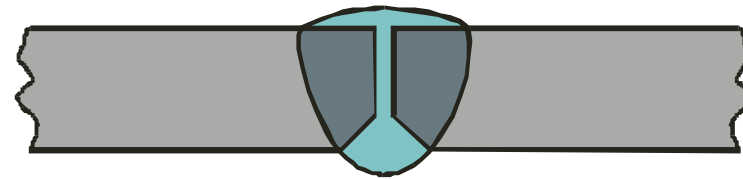
Wurzelfehler und Oxideinschlüsse beim Al-Schweißen

Falsch: ohne Anfasung



- Wurzelfehler
- Oxideinschlüsse
- Rißgefahr im Wurzelbereich durch Oxide

Richtig: mit Anfasung



- sauber erfaßte Wurzel
- keine Oxideinschlüsse
- keine Rißgefahr durch Oxide

Fehlervermeidung beim Al-Schweißen

Al₂O₃ - Einschlüsse vermeiden

- Reinigungswirkung durch Polung (+ / ~)
- Al₂ O₃ mechanisch beseitigen
- verhindern von Al₂ O₃ - Bildung während des Schweißens

Einfluss der Polarität beim WIG - Schweißen von Aluminium

Wechselstrom

Argon



300 A

VARIGON® He 50
50% He + 50% Ar



300 A

Gleichstrom

VARIGON® He 90
90% He + 10% Ar



220 A

Keine Reinigungswirkung

GW : AlMgSi 1 s = 5 mm
ZW : AlSi 5 Ø = 1,6 mm
v_S = 50 cm/min

4. Helium im Schutzgas - wozu?

Eigenschaften der Schutzgaskomponenten - Inerte Gase

Ar

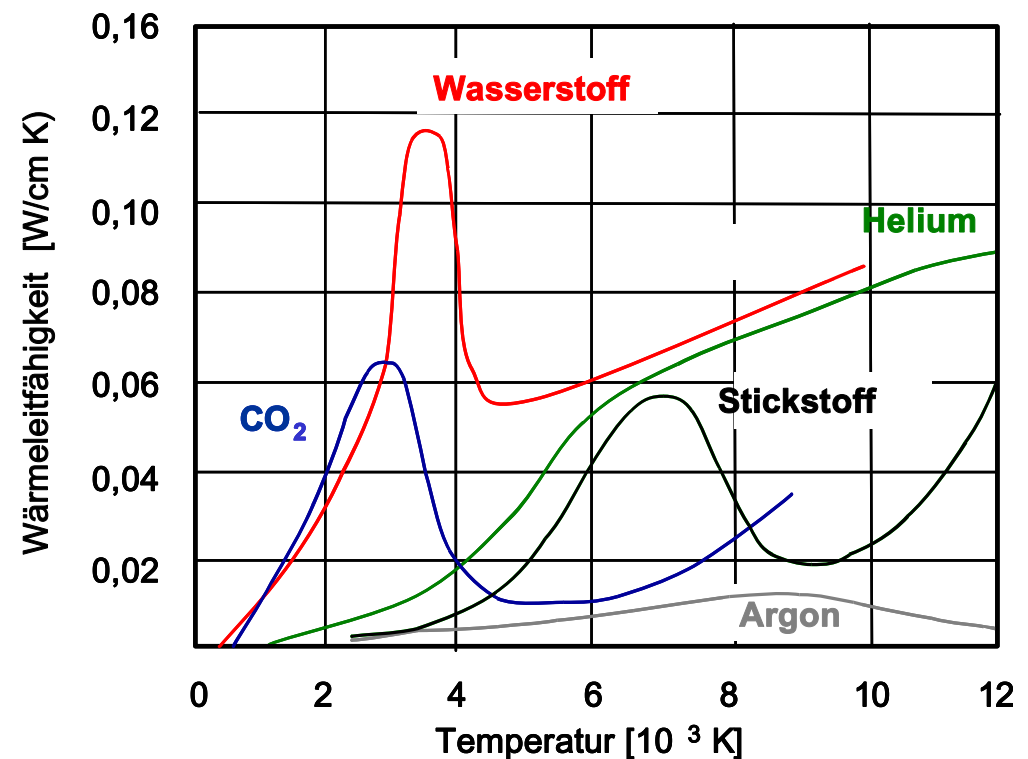
- **inertes Gas** => keine Reaktion mit dem Werkstoff
 - **schwerer als Luft** => effizienter Schutz der Schmelze vor Lufteinfluß
 - **leicht zu ionisieren** => erleichtert das Zünden des Lichtbogens
-

He

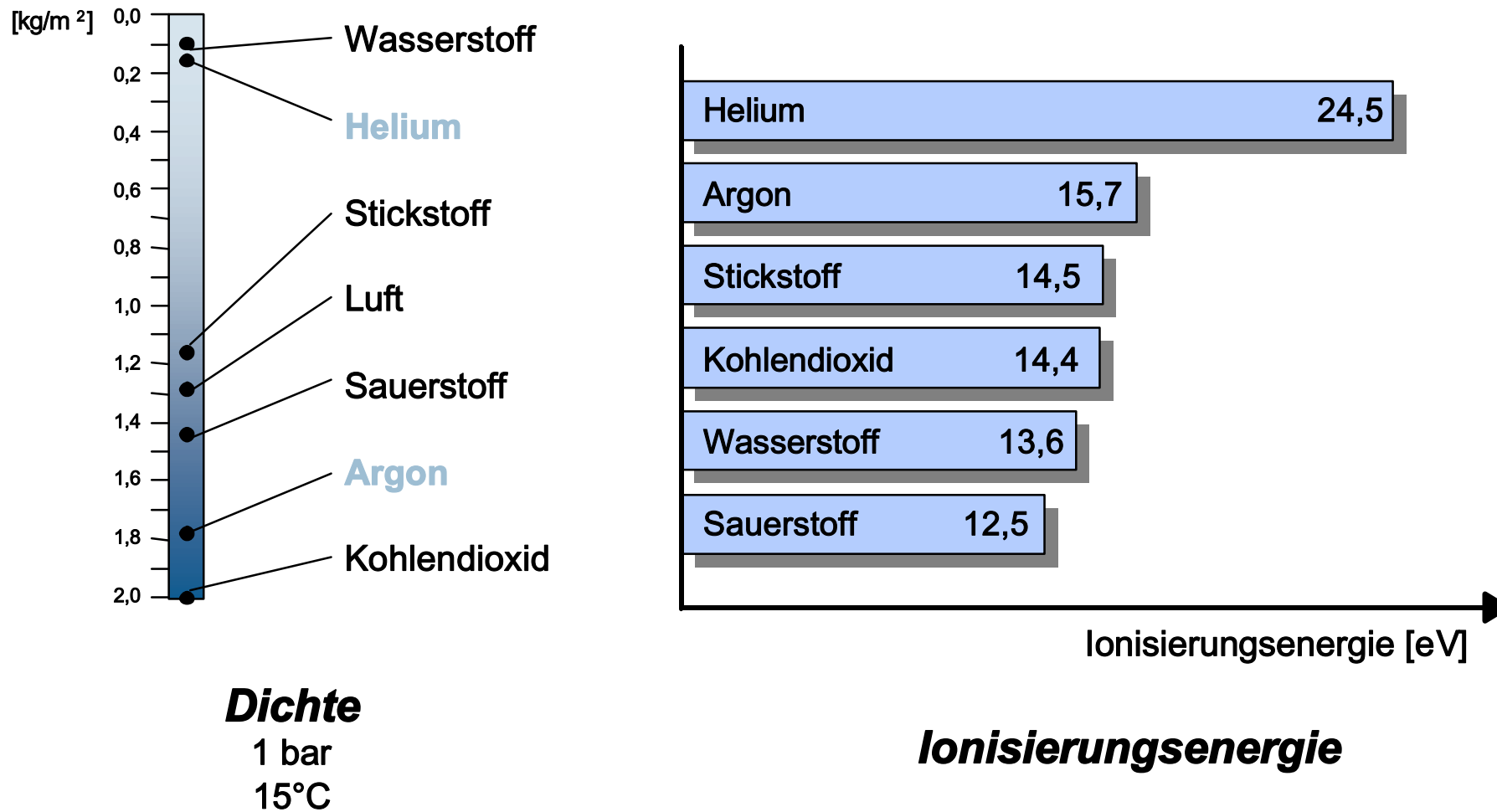
- **inertes Gas** => keine Reaktion mit dem Werkstoff
 - **leichter als Luft** => höherer Volumenstrom erforderlich
 - **schwer zu ionisieren** => steigender He-Anteil erschwert Lichtbogenzündung
 - **breiter Lichtbogen** => höhere Schweißspannung als bei Ar erforderlich
 - **hohe Wärmeleitfähigkeit** => verringert die Gefahr von Flankenbindefehlern
 - **hohe Wärmeleitfähigkeit** => besserer Wärmetransfer vom Lichtbogen zum Bauteil
 - **hohe Wärmeleitfähigkeit** => verbessert Benetzung und Einbrand, flachere Naht,
 - **hohe Wärmeleitfähigkeit** => teilweise höhere Schweißgeschwindigkeit möglich
-

Eigenschaften von Schweißschutzgasen, die den Schweißvorgang beeinflussen

- Ionisationsenergie
- Dissoziationsenergie
- Dichte der Gase
- Wärmeleitfähigkeit
- Chemische Reaktionsfähigkeit

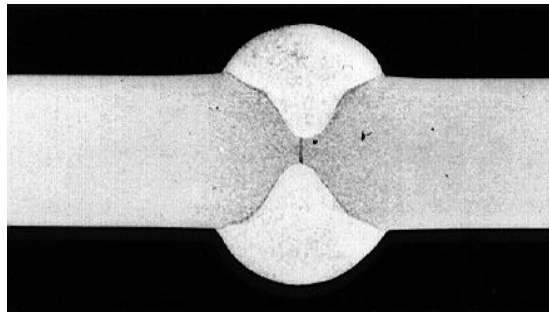


Dichte und Ionisierungsenergie



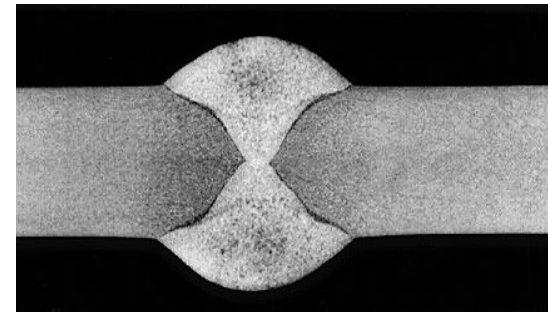
Einfluss des Heliums beim MIG-Schweißen

Argon



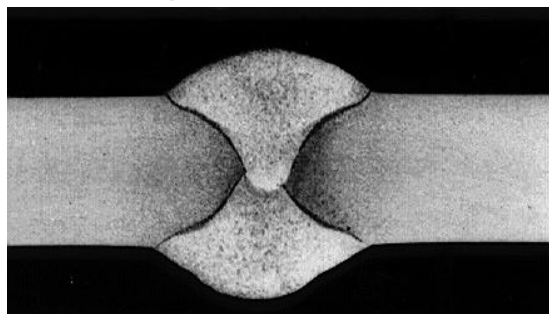
280 A / 25 V

75% Argon / 25% Helium



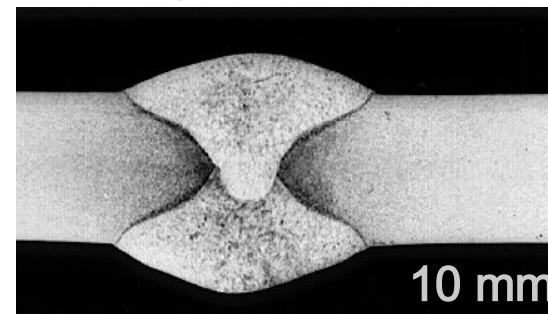
282 A / 27 V

50% Argon / 50% Helium



285 A / 30 V

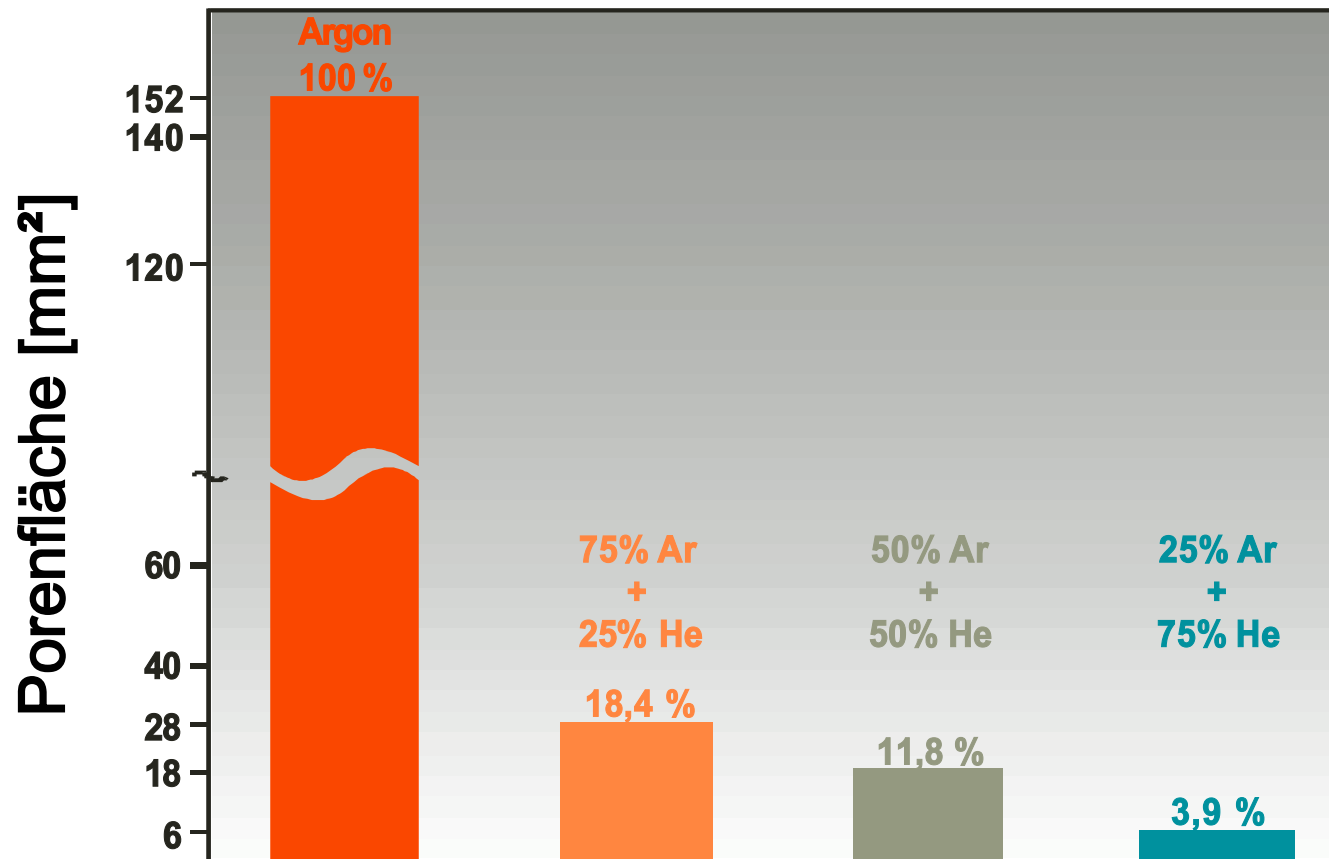
25% Argon / 75% Helium



285 A / 34 V

AlMg3 / S-AlMg 4,5 Mn Ø 1,6 mm, $v_z = 9,7$ m/min, $v_s = 62$ cm/min

Porenreduktion beim MIG-Schweißen von Al 99,5



I-Naht, Lage-Gegenlage, Nahtlänge 370 mm, Blechdicke 10 mm

Korrekturfaktoren für Argon-Durchflußmesser

Schutzgaszusammensetzung					Korrekturfaktor
Ar %	He %	CO ₂ %	O ₂ %	H ₂ %	
• 100	-	-	-	-	• 1
-	-	100	-	-	0,95
97,5	-	2,5	-	-	ca. 1
82	-	18	-	-	0,99
91	-	5	4	-	ca. 1
92	-	-	8	-	ca. 1
• 75	25	-	-	-	• 1,14
• 50	50	-	-	-	• 1,35
• 25	75	-	-	-	• 1,75
-	100	-	-	-	3,16
-	20	80	-	-	1,05
-	50	20	-	-	1,29
93,5	-	-	-	6,5	1,03

Vorteile von heliumhaltigen Schutzgasen gegenüber Argon

- Verbesserung der Nahtgeometrie
 - Naht breiter - flacher
 - Einbrand tiefer - runder
- Höhere Schweißgeschwindigkeit - dadurch:
 - Lichtbogen - Brennzeit kürzer
- Porenbildung geringer - dadurch:
 - Nacharbeit gering / null
- Teilweise bessere mechanische Gütewerte

Heliumhaltige Schutzgase - was ist zu beachten?

Heliumhaltige Schutzgase haben abweichende Eigenschaften gegenüber Argon !

- bei MIG Spannung erhöhen - Ionisation
bei WIG automatisch
- geringere Dichte → höhere Gasmenge
- Durchflußmesser für Argon können weiter verwendet werden.
 - Korrekturfaktoren zur tatsächlichen Durchflussmengen Ermittlung

MIG - Schweissen von Aluminium-Behältern mit VARIGON He 50

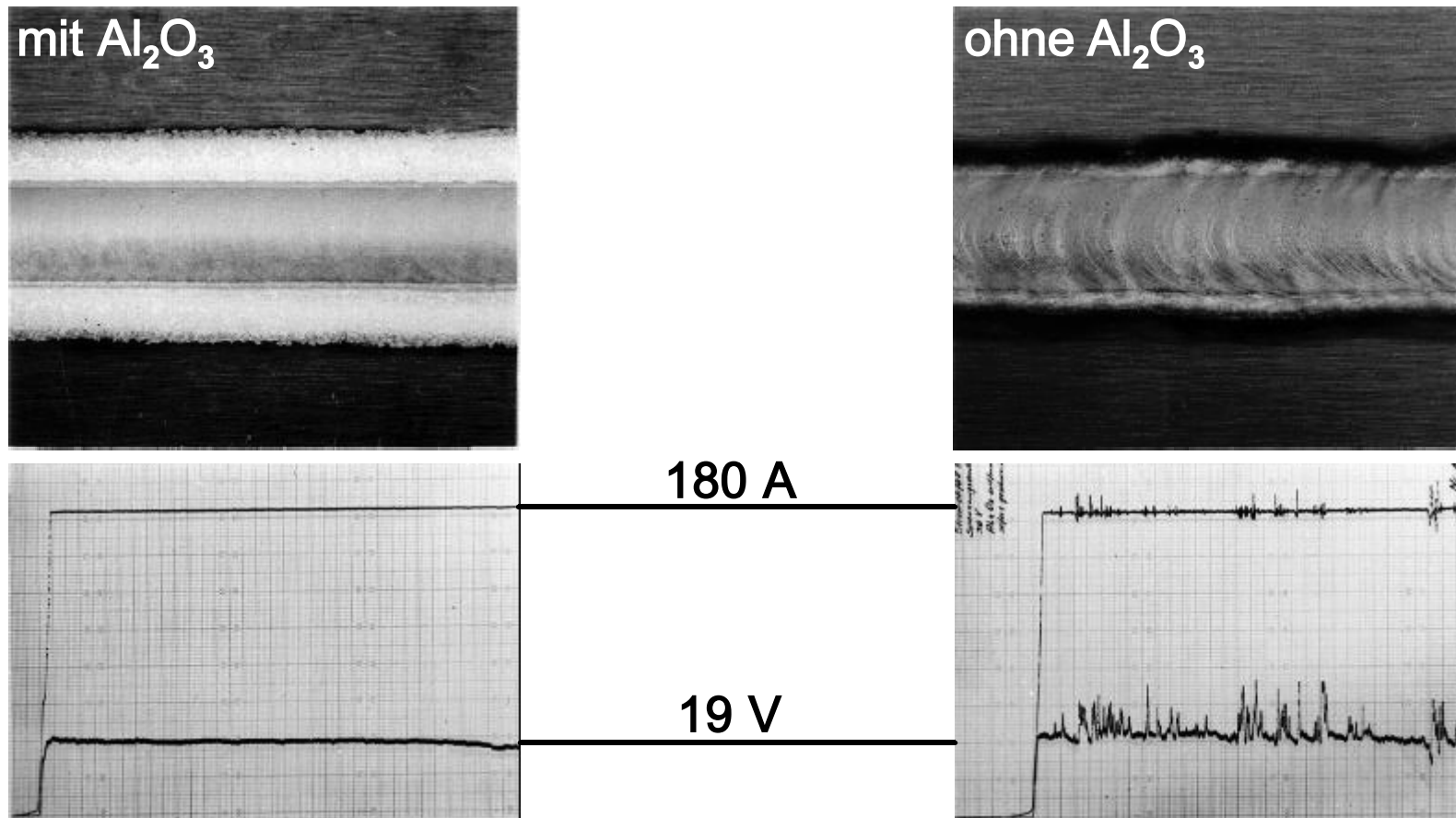


MIG – Schweissen von Aluminium – Behältern mit Varigon® He 50:

**Erhebliche Kostenreduzierung
durch Verdoppelung der
Schweißgeschwindigkeit und
Reduzierung der
Lichtbogenbrennzeit um 50 %
gegenüber Argon**

5. Dotierte Schutzgase

Lichtbogenstabilität beim WIG - Schweißen



Grundwerkstoff: AlMg 3, I-Stoß, Blechdicke 3 mm
Kaltdraht: S-AlMg 5, Ø1,6 mm
Schutzgas: Argon

Einfluss von Dotierungen im Schutzgas auf die Nahtoberfläche

nicht gebürstet,
Anlieferungszustand

gebürstet und 4 Std.
bei RT ausgelagert

gebürstet und
sofort geschweißt

Argon

VARIGON® S
(Ar / 300 vpm O₂)


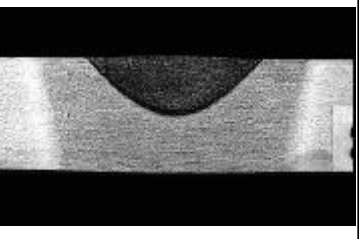
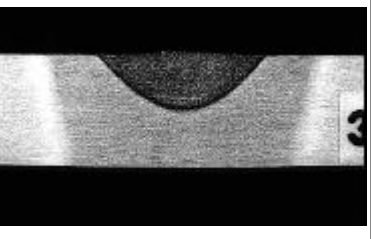
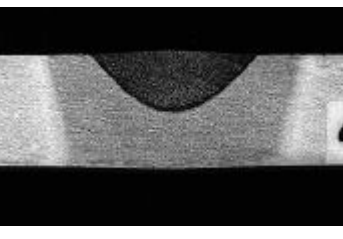
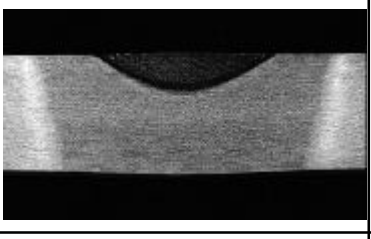
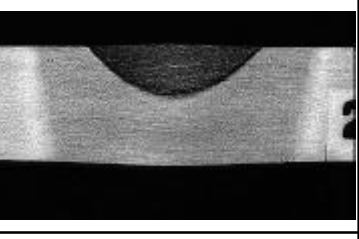
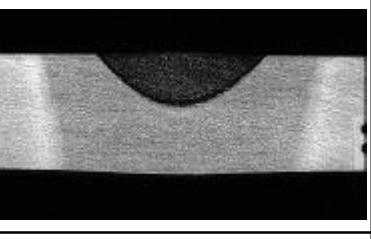
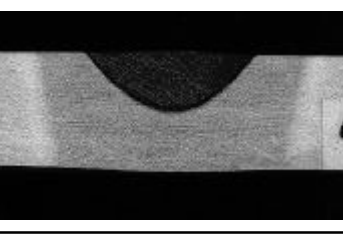



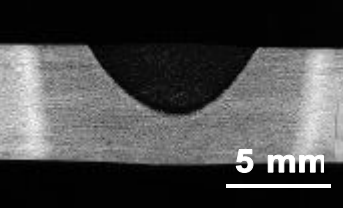
Ar / 150 vpm N₂

MISON® Ar
Ar / 300 vpm NO



WIG-Wechselstromschweißen AlMgSi 1, Wolfram, Ø 4,8 mm, $v_s = 70$ cm/min, $I = 300$ A

Einfluss der Dotierungen auf den Einbrand

Schutzgas Oberfläche	Argon	VARIGON [®] S (Ar / 300 vpm O ₂)	Ar / 150 vpm N ₂	MISON [®] Ar Ar / 300 vpm NO
nicht gebürstet, Anlieferungs- zustand				
gebürstet und 4 Std. bei RT ausgelagert				
gebürstet und sofort geschweißt				

WIG-Wechselstromschweißen AlMgSi 1, Wolfram, Ø 4,8 mm, $v_s = 70$ cm/min, $I = 300$ A

MIG-Schweißen mit dotierten Argon/Helium - Gemischen



**LKW-Seitenwände MIG - geschweißt
mit MISON® He 20**

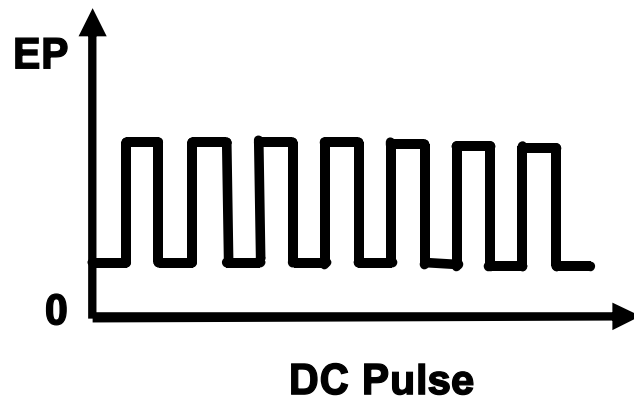


Vorteile dotierter Schutzgase

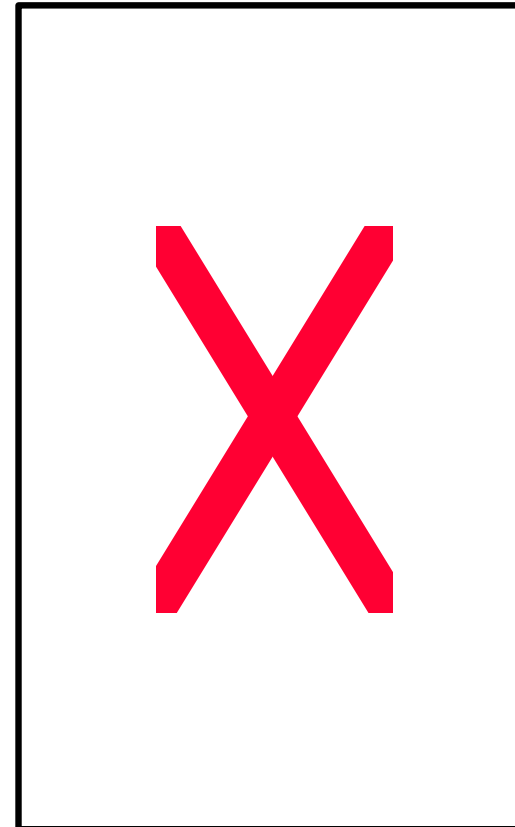
- **Ruhigerer Lichtbogen**
- **Fast keine Spritzer**
- **Feinere Nahtschuppung**
- **(Etwas tieferer Einbrand)**

6. Neue Entwicklungen

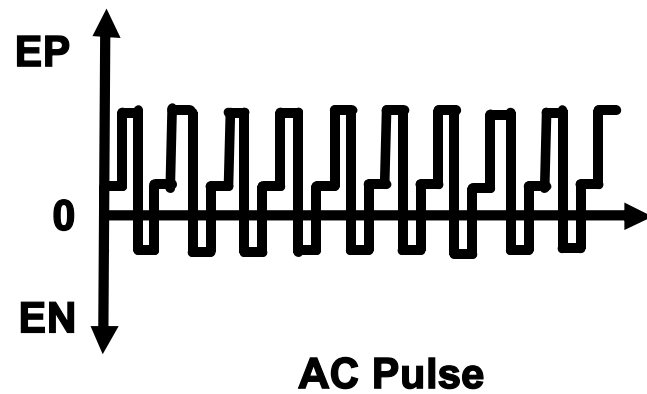
MIG-Wechselstrom - Schweißen /1



Konventioneller MIGp-Prozeß

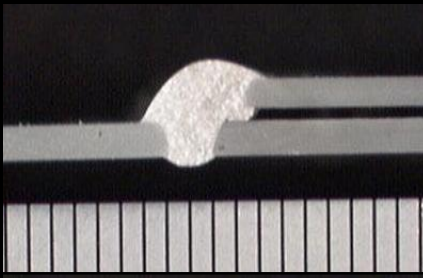
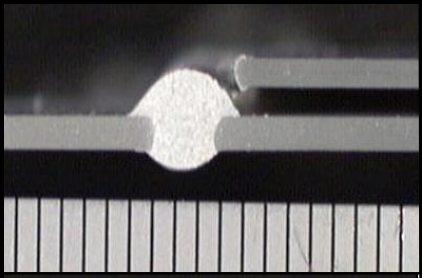

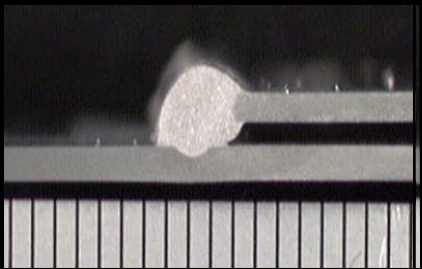
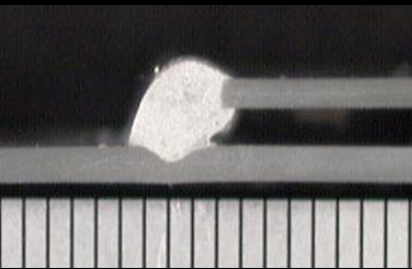


MIG-Wechselstrom - Schweißen /2



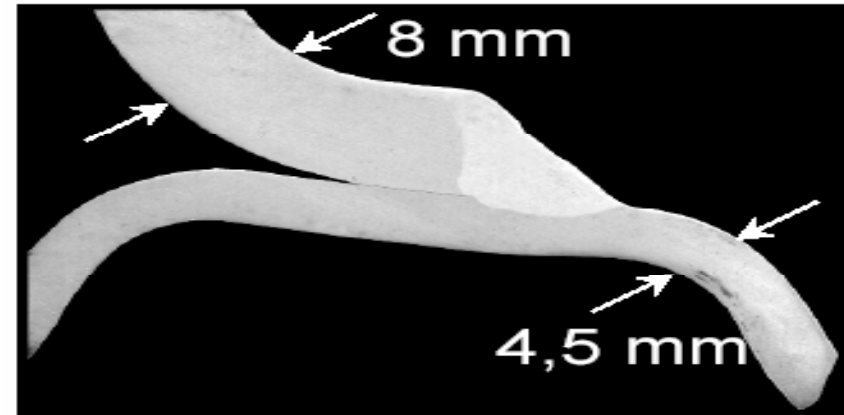
MIG - AC Schweißen mit VARIGON®

Vorteile des MIG-AC - Schweißens: Spaltüberbrückung und Einbrand bei dünnen Blechen

Draht: A5356 (AlMg5), 1,2 mm, Grundmaterial A5052 (AlMg), 1,5 mm + 1,0 mm, 60 A, 90 cm/min			
Spalt	0,5 mm	1,0 mm	1,5 mm
DC Puls			Unmöglich
AC Puls (EN:20%)			

Source: OTC Daihen Europe

Time Twin Hochleistungsschweißprozess - Alu - Felge



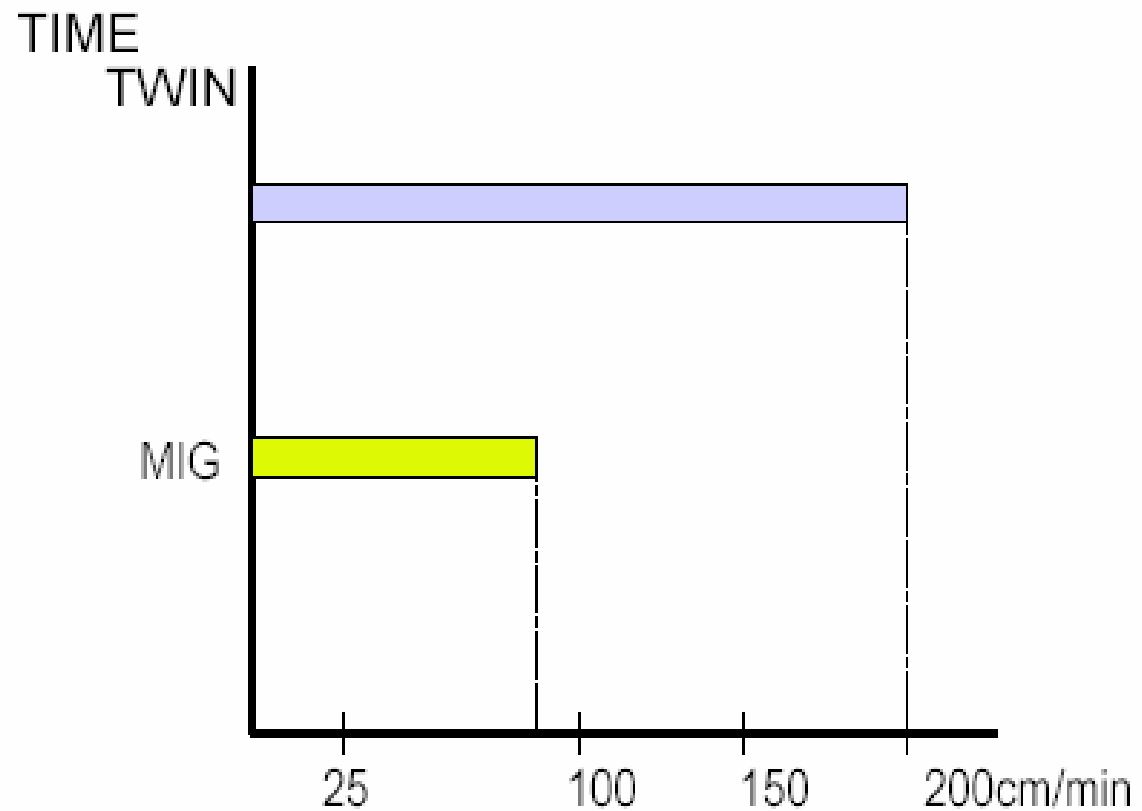
Vs: 130 cm/min
Vd: 33 m/min
I1 + I2: 560 A

Quelle: Fronius

Möglichkeiten Schweißposition PA Time Twin Hochleistungsschweißprozess



Quelle: Fronius



Time Twin Hochleistungsschweißprozess Aluminium - Profil



Grundwerkstoff: AlMgSi 0,7

Blechdicke: 2,3 mm

Zusatzwerkstoff : AlMg 4,5
MnZr

Drahtdurchmesser: 1,2mm

Schweißgeschw.: 200 cm/min

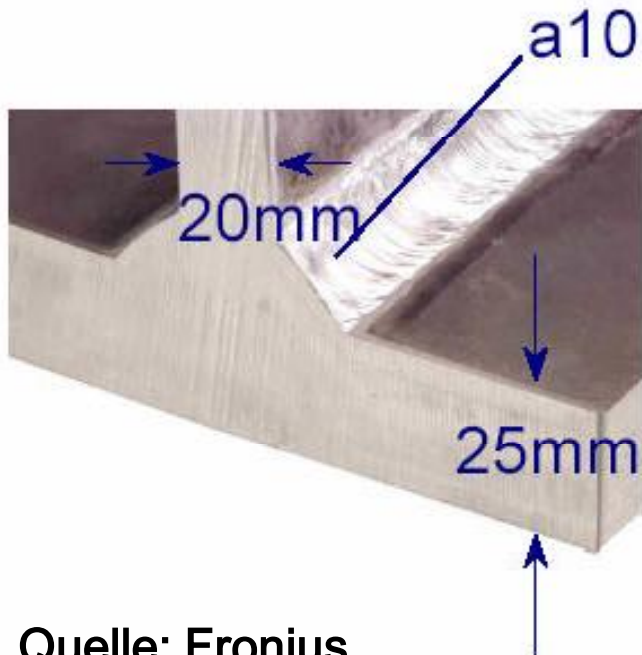
Schweißstrom 1+2: 340 A

Position: PC

Quelle: Fronius

Time Twin Hochleistungsschweißprozess - Kehlnaht

Position PA

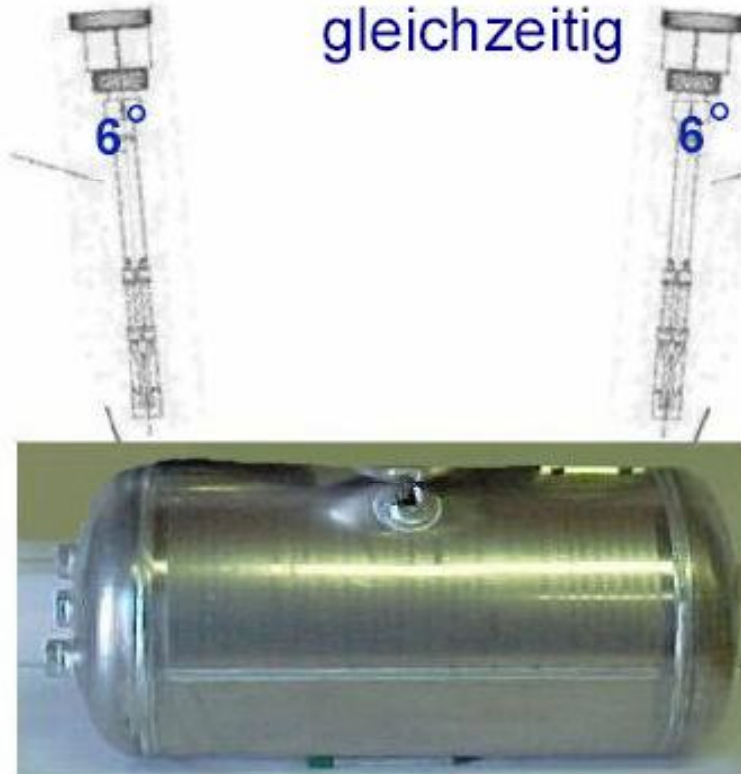


Quelle: Fronius

Grundwerkstoff : AlMg 3
Zusatzwerkstoff : AlMg 4,5
Mn
Drahtdurchmesser: 1,2mm
Schweißgeschw.: 35cm/min
Schweißstrom 1+2 : 550A
Abschmelzleistung : 5,5kg/h
Schutzgas: 50/50 He Ar
Einlagig gependelt

Time Twin Hochleistungsschweißverfahren - Boiler

mit 2 Brenner
gleichzeitig



Grundmaterial: AlMg 3

Materialdicke: 3 mm

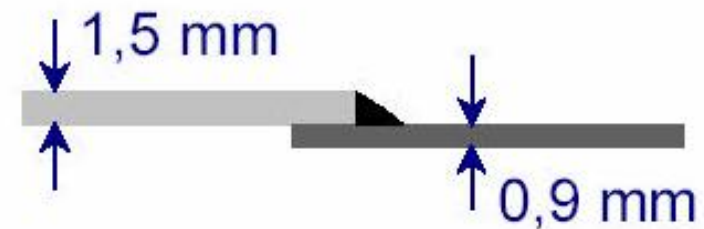
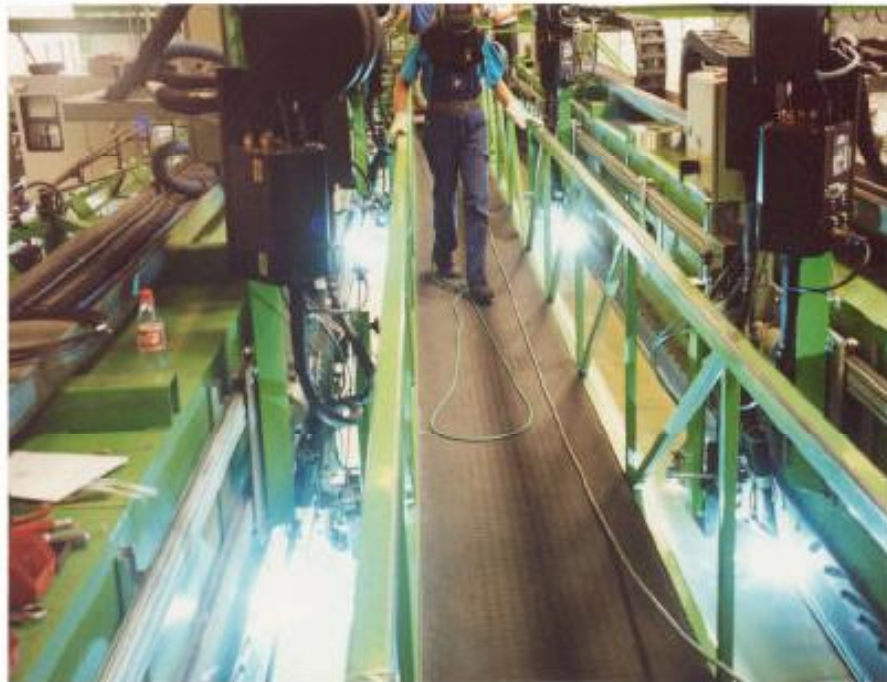
Zusatzwerkst.: AlMg4,5MnZr

Schweißpos.: PA

Schweißgeschw.: 190 cm/min

Quelle: Fronius

Time Twin Hochleistungsschweißprozess – Aluminium - Behälter



Grundwerkstoff: AlMg 3

Zusatzwerkstoff: AlMg 4,5 Mn

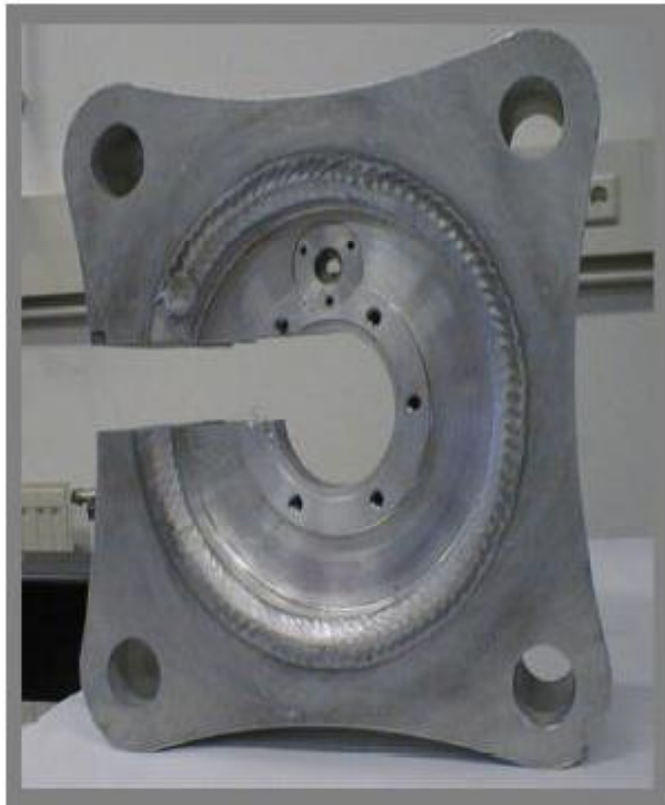
Vs: 250 cm/min

Schweißstrom: 280 A

Schutzgas: Argon

Quelle: Fronius

Time Twin Hochleistungsschweißprozess – Aluminium – Komponenten (Holland)



Grundmaterial: AlMg 3/ AlMg Si

Zusatzwerkstoff: AlMg 5 1,6 mm

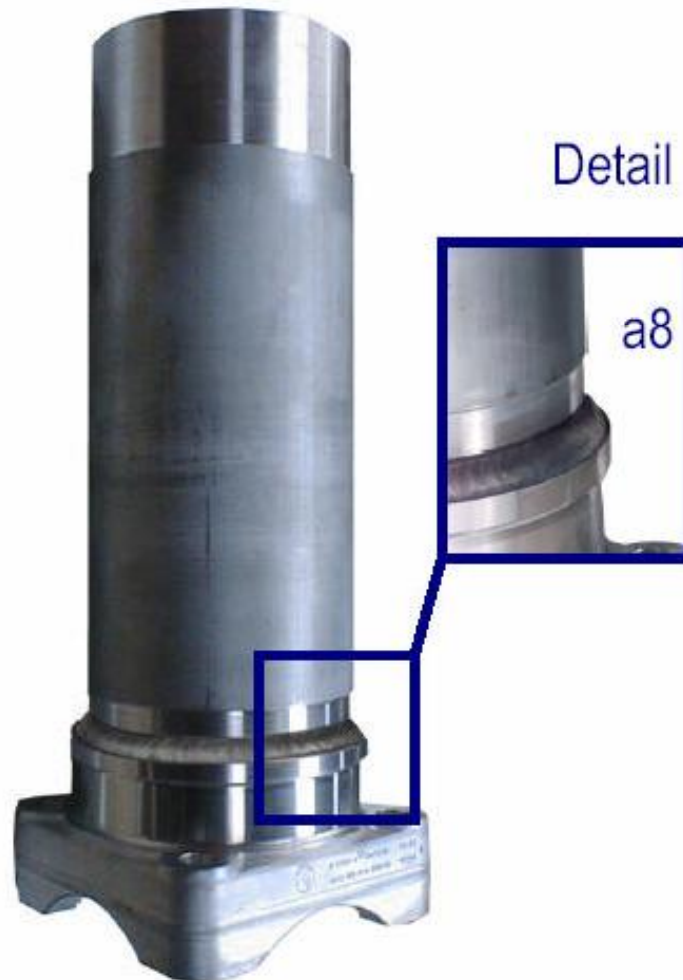
Gas: Argon/Helium 70/30

Schweißpos.: PB

Schweißgeschw.: 90 cm/min

Quelle: Fronius

Time Twin Hochleistungsschweißprozess - Zentrifuge



Grundwerkstoff:	Al Mg 3
Zusatzwerkstoff:	Al Mg 5
Drahtdurchmesser:	1,2 mm
Schweißgeschw.:	50 cm/min
Schutzgas:	Ar 50% He 50%
Rohrdurchmesser:	225 mm
Blechdicke:	5 mm
Pendelung	

Quelle: Fronius

7. Zusammenfassung

Zusammenfassung der wichtigsten Regeln, Besonderheiten und Prozesse für Aluminium

- **Physikalische Eigenschaften** - gute Grundlage für Fehlervermeidung
- Aluminium werkstoffspezifisch behandeln - getrennt von Stahl
- **Poren**
 - Wasserstoff ist Ursache
 - ⇒ saubere, trockene Oberflächen Grund- und Zusatzwerkstoff
 - ⇒ Draht ohne H₂
 - ⇒ trockenes Schutzgas - Schlauchqualität !
- **Bindefehler**
 - Öffnungswinkel, Wärmeeintrag
- **Risse**
 - Schweißzusatz, Schrumpfung
- **Al₂O₃**
 - geringe, konstante Schichten stabilisieren Lichtbogen
 - ACHTUNG: Al₂O₃ ist auch ein Wasserspeicher
 - trockene Blechlagerung!!!!
- Schutzgaszusammensetzung
 - ⇒ Fehlervermeidung
 - ⇒ Kosteneinsparung
- Alternative Prozesse wie **WIG-DC, MIG-Tandem, MIG-AC, Plasma-MIG** oder **Laser- MIG - Hybrid** berücksichtigen !

Schutzgase für das Schweißen von Aluminium

Schutzgas	Anwendung - Vorteile durch He bzw. O ₂ oder NO
Argon	<ul style="list-style-type: none"> • am häufigsten verwendetes Schutzgas
VARIGON [®] He 15 VARIGON [®] He 30 VARIGON [®] He 50	<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung der Nahtgeometrie (Einbrand, Nahtbreite) • Vermeidung von Bindefehlern • Vermeidung von Porosität • Höhere Schweißgeschwindigkeit
VARIGON [®] S VARIGON [®] He 15 S VARIGON [®] He 30 S MISON [®] Ar MISON [®] He 30	<ul style="list-style-type: none"> • Vorteile durch Helium - siehe oben • Dotierung bewirkt Lichtbogenstabilisierung dadurch: Feinere Nahtschuppung Keine Spritzer
VARIGON [®] He 90	<ul style="list-style-type: none"> • WIG = (-)

MIG-Schweißen mit dotierten Gasen - Oberdeck eines Kreuzfahrtschiffes geschweißt mit VARIGON® He30S



Andere “optimierende Werkzeuge” von Linde bei der Fertigung der AIDA vita :

- Acetylen, Sauerstoff und Sonderbrenner
- CORGON® He 30** für das MAG-Tandem Schweißen
- CORGON® 6** für das MAG Roboter-Schweißen mit Metallpulver-Fülldrähten
- CORGON® 18** und CO2 für das MAG Schweißen mit rutilen Fülldrähten
- VARIGON® H 6** für das WIG Schweißen und Formieren von CrNi-Stählen
- CRONIGON® 2** für das MAG Schweißen von CrNi-Stählen
- VARIGON® N 2** für das WIG Schweißen von Duplex
-

Aluminium kann schön sein...



**Danke
für die Aufmerksamkeit**

Fachveranstaltung

Schutzgas - Schweißen von Aluminium

Dipl.-Ing. Klaus-Peter Schmidt
Fronius Deutschland GmbH



Magdeburger Schweißtechnik GmbH
An der Sülze 6, 39179 Barleben
Tel. 039203-75193 Fax 039203-751940

Linde AG
Fronius Deutschland GmbH
SLM Magdeburg



**Gemeinschaftsveranstaltung:
Schweißtechnische Verarbeitung von Aluminiumwerkstoffen**

Klaus-Peter Schmidt

Schutzgas-Schweißen von Aluminium

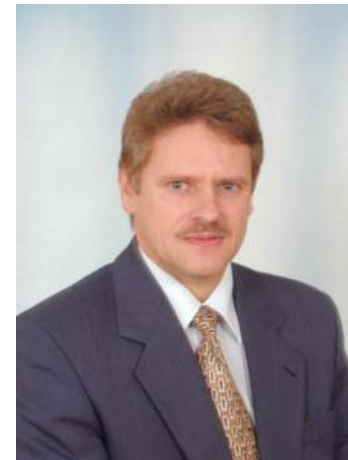
- **MIG-Schweißen**
- **WIG-Schweißen**
- **Hochleistungsschweißverfahren**
- **CMT-Schweißen**

Dipl.-Ing. Klaus-Peter Schmidt

FRONIUS Deutschland GmbH

Liebigstraße 15

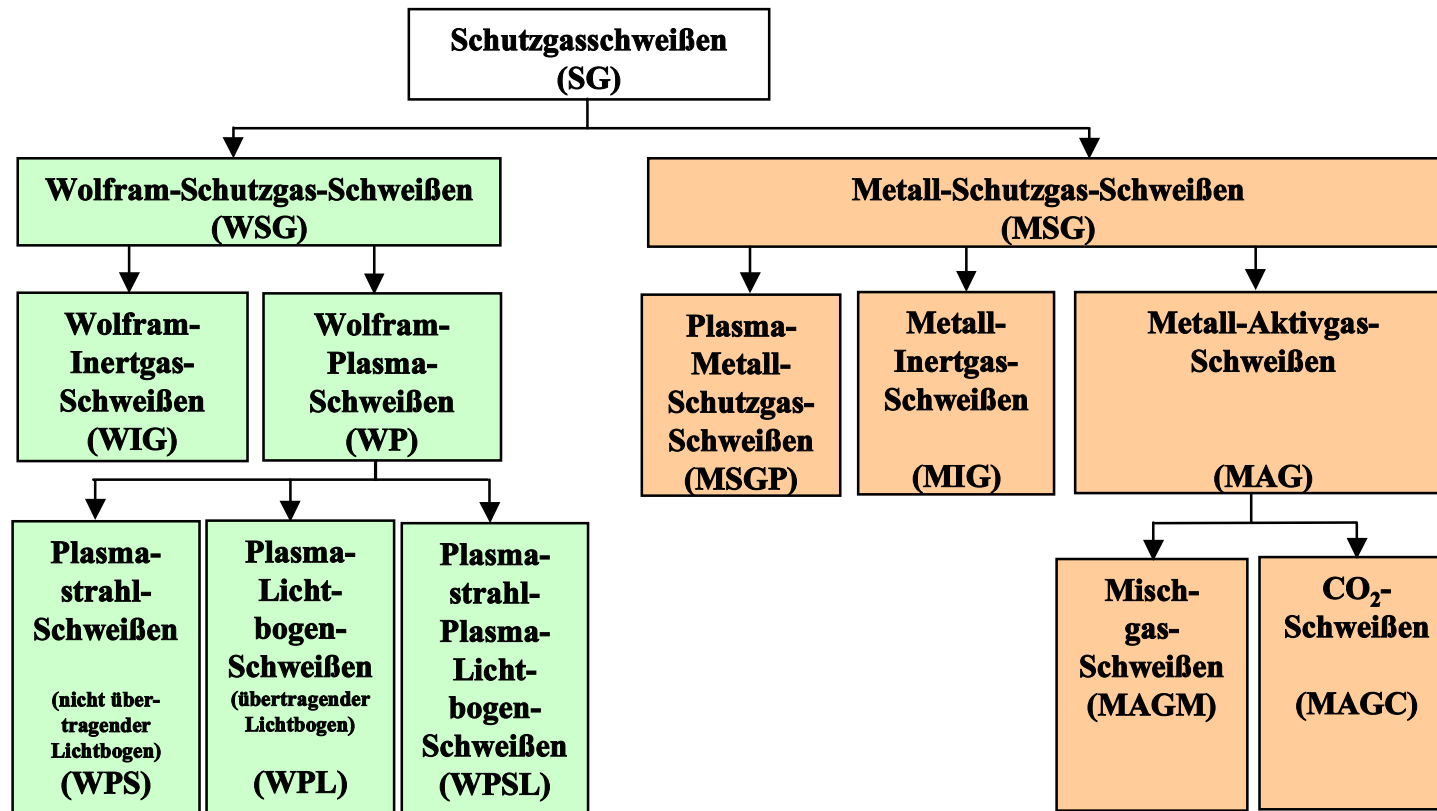
67661 Kaiserslautern



**Gemeinschaftsveranstaltung:
Schweißtechnische Verarbeitung von Aluminiumwerkstoffen**

Klaus-Peter Schmidt

Übersicht der Schweißverfahren:

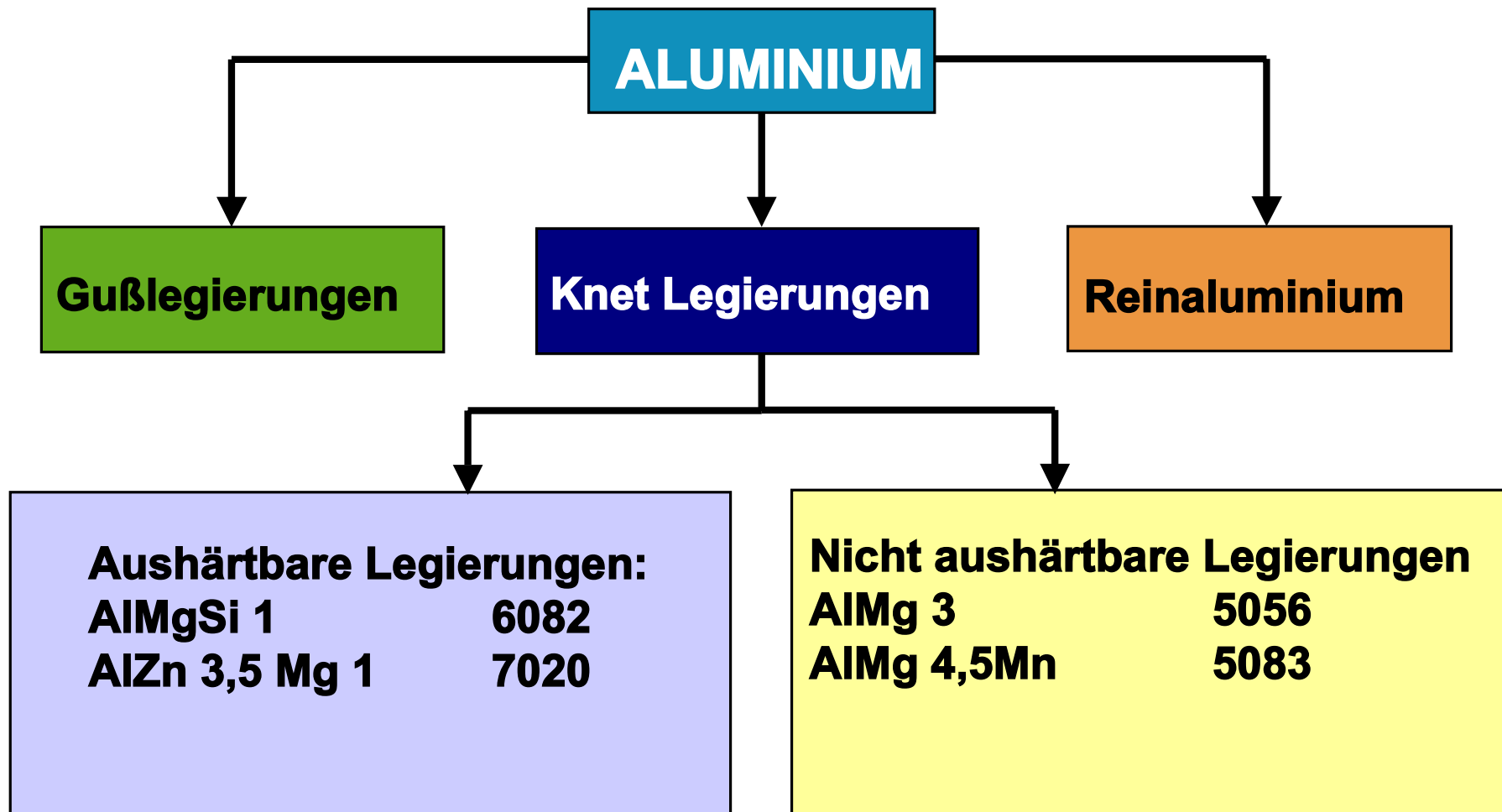


Stahl im Vergleich zu Aluminium:

	AlMg 3	St 360
Dichte g/cm³	2,7	7,85
Zugfestigkeit Rm N/mm²	160	360
Schmelzbereich C°	595-640	1460-1530
Elektr. Leitfähigkeit m/Ω mm²	20	6
Therm. Leitfähigkeit W/K m	150	53
Therm. Ausdehnung 1/°C	2,3	1,15



Einteilung von Aluminium:

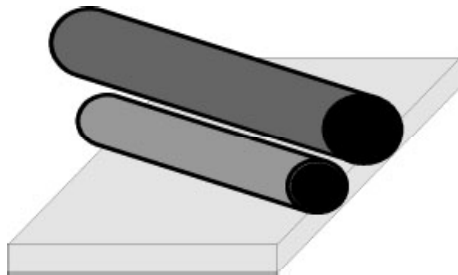


Anwendung von Aluminium:



Elektroindustrie

Al 99,5



**Bleche, Rohre,
Profile**

**AlMg
AlMgSi**



Guß

AlSi

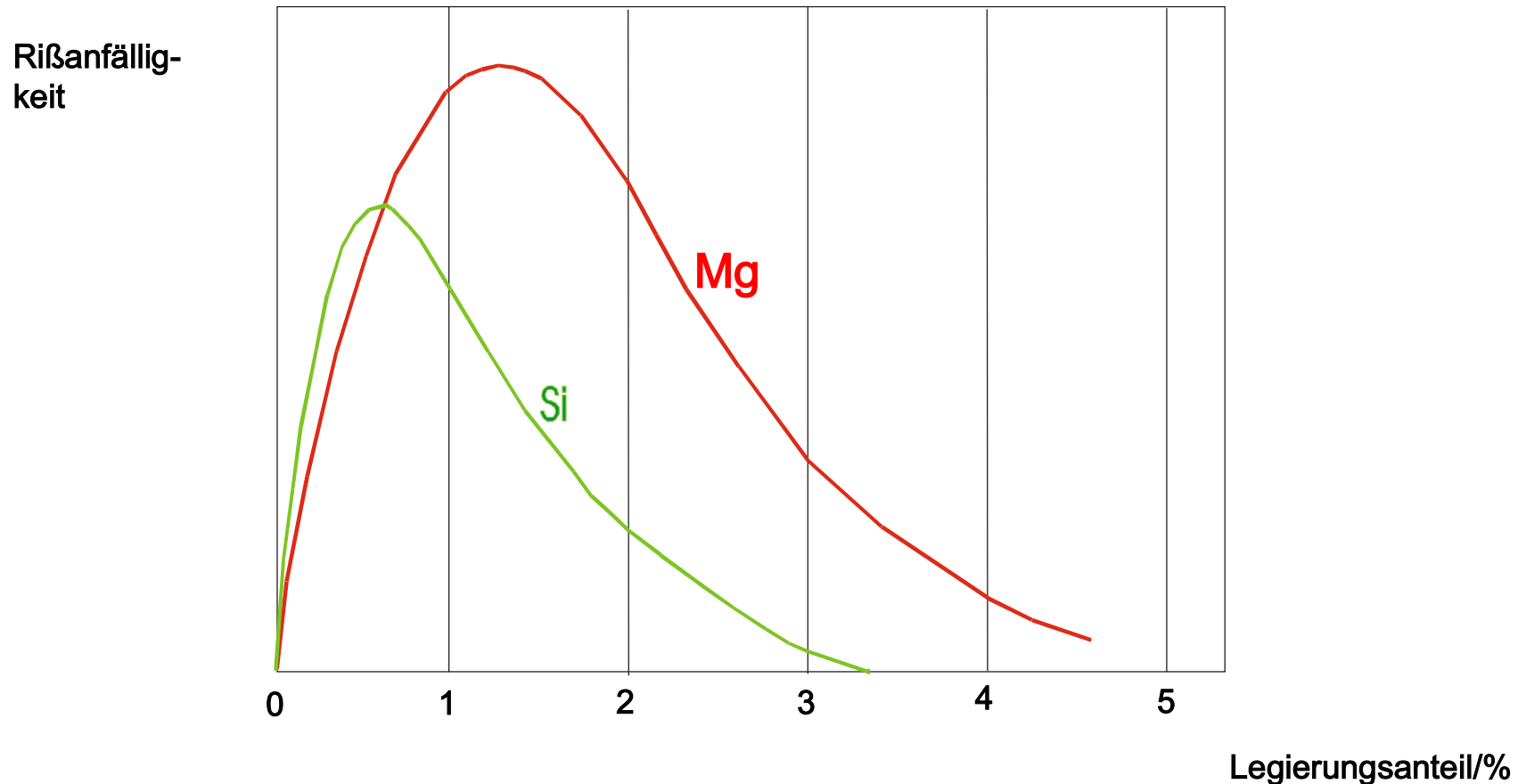


Legierungselemente von Aluminium

Magnesium (Mg):	0,3 - 7%	höhere Festigkeit, feineres Gefüge
Mangan (Mn):	0,3 - 1,2%	bessere Korrosionsbeständigkeit (Salzwasser), höhere Festigkeit
Kupfer (Cu):	< 5%	höhere Festigkeit, wichtig für die Aushärtung, geringere Korrosionsbeständigkeit
Silizium (Si):	< 12%	Guß, beeinflusst das Fließverhalten



Rissneigung von Aluminium-Legierungen: Abhängig vom Mg- und Si-Anteil



Zusatzwerkstoffe für Aluminium:

Al99.9 Al99.8 Al99.7	S-Al99.9									
Al99.5 Al99	S-Al99.5 S-Al99.5Ti	S-Al99.5 S-Al99.5Ti								
AlMnCu	S-Al99.5Ti S-AlMn	S-Al99.5Ti S-AlMn	S-AlSi5							
AlMg1 AlMg1.5 AlMg1.8 AlMg2.5	S-Al99.5Ti S-AlMg3	S-Al99.5Ti S-AlMg3	S-AlMg3	S-AlMg3						
AlMg3 AlMg5	S-Al99.5Ti S-AlMg3	S-Al99.5Ti S-AlMg3	S-AlMg3	S-AlMg3	S-AlMg3					
AlMg2.7Mn AlMg2Mn0.3 AlMg2Mn0.8	S-AlMg3	S-AlMg3	S-AlMg3	S-AlMg3	S-AlMg3	S-AlMg3				
AlMg4Mn AlMg4.5Mn	S-AlMg3	S-AlMg3	S-AlMg5	S-AlMg5 S-AlMg4.5Mr	S-AlMg5 S-AlMg4.5Mr	S-AlMg5 S-AlMg4.5Mr	S-AlMg4.5Mr			
AlMg4Mn AlMg4.5Mn	S-AlMg3 A-AlSi5	S-AlMg3 A-AlSi5	S-AlMg3 A-AlSi5	S-AlMg3 S-AlMg5	S-AlMg3	S-AlMg3	S-AlMg5 S-AlMg4.5Mr	S-AlSi5 S-AlMg3		
AlZn4.5Mg1	S-AlMg5	S-AlMg5	S-AlMg5	S-AlMg5 S-AlMg4.5Mr	S-AlMg5 S-AlMg4.5Mr	S-AlMg5 S-AlMg4.5Mr	S-AlMg4.5Mr	S-AlMg4.5Mr	S-AlMg4.5Mr	
▲ BASE MATERIAL ▶	Al99.9 Al99.8 Al99.7	Al99.5 Al99	AlMn AlMnCu	AlMg1 AlMg1.5 AlMg1.8 AlMg2.5	AlMg3 AlMg5	AlMg2.7Mn AlMg2Mn0.3 AlMg2Mn0.8	AlMg4Mn AlMg4.5Mn	AlMgSi0.5 AlMgSi1.0	AlZn4.5Mg1	



Schutzgase zum Schweißen von Aluminium:

Argon:

- **meist verwendet**
- **guter Lichtbogenträger**
- **gute Zündeigenschaften**
- **tief (fingerförmiger) Einbrand**

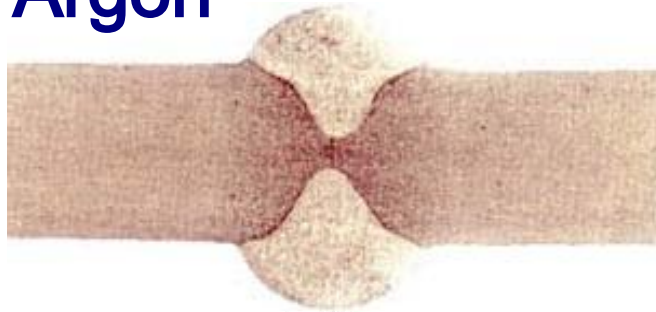
Helium:

- **9 x besserer Wärmeträger**
- **schnellere Schweißgeschwindigkeit**
- **weniger Poren**
- **Breiterer und tieferer Einbrand**



Vorteil von Helium beim MSG-Schweißen von Aluminium:

Argon



Ar/He 50/50



- besserer Einbrand
- Vorwärmeeffekt
- höhere Schweißgeschwindigkeit
- weniger Poren

Reinigen von Aluminium:

- entfernen von Öl und Fett mit Alkohol
- CrNi- Drahtbürste verwenden
- spezielle Aluminiumfeilen verwenden
- Stahl und Aluminium trennen!
- **Sauberkeit im Arbeitsbereich!**



Vorwärmen von Aluminium:

- Vorwärmung zwischen 100°C und 200°C
- vorwärmen ab ca. 10 mm Materialstärke
- mit Autogenflamme vorwärmen
- nie Propan oder Butan verwenden
(Poren!)



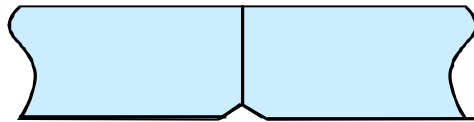
Was ist beim MSG-Schweißen von Aluminium zu beachten:

- Reduzierung von Wasserstoff (Poren):
(Feuchtigkeit / feuchte Luft)
- normalerweise keinen Spalt verwenden
- Schweißen mit Spalt nur mit Badstütze aus CrNi oder Keramik
- keine Kupferunterlage verwenden
- größere Öffnungswinkel verwenden:
70° bis 100°

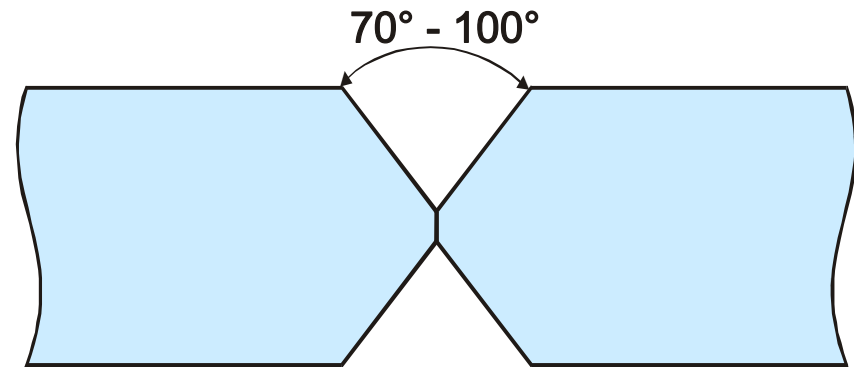
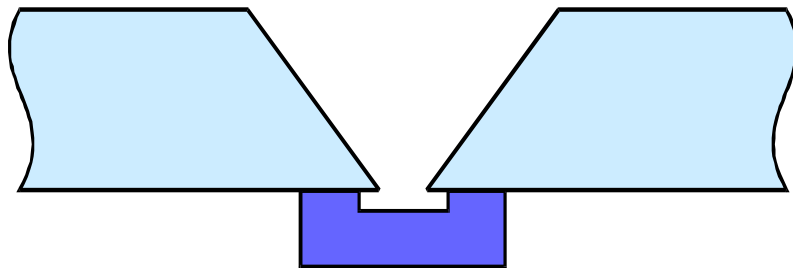
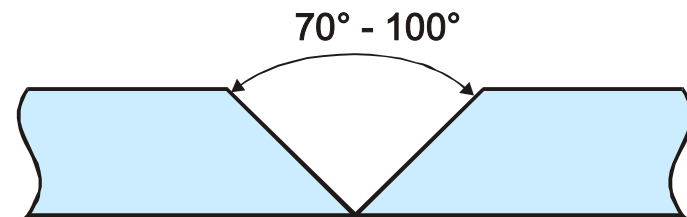


Nahtvorbereitung bei Aluminium:

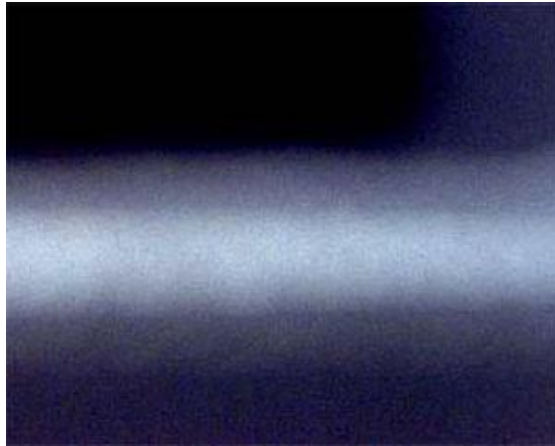
< 4 mm



> 4 mm



Schweißen ohne Poren:



Grundmaterial: AlMgSi 1 / 6082 / 12mm

Zusatz: AlSi 5 Ø 1,2mm

Schutzgas: 15 l/min Argon

Vorwärmung: 130°C vorgewärmt

Lagenanzahl: 4-Lagen

Ergebnis: KEINE Poren!



Anforderungen an die Lichtbogen-Stromquellen:

Die Stromquellen für das Lichtbogen-Schweißen müssen unterschiedliche Anforderungen erfüllen, damit eine einwandfreie Schweißung ermöglicht wird. Hierzu zählen:

- das Bewirken einer **guten Plasma-Stabilität**, auch im unterem Leistungsbereich=> Invertergeräte mit 100 kHz
- die **richtige Reaktion auf die Tropfenablösung** und Kurzschlüsse während des Materialtransports und
- die **richtige Reaktion auf mögliche Abstandsänderungen** der Elektrode zum Schmelzbad =>genaue und schnelle Lichtbogenlängen-Regelung (**digitale Regler**) ist erforderlich.

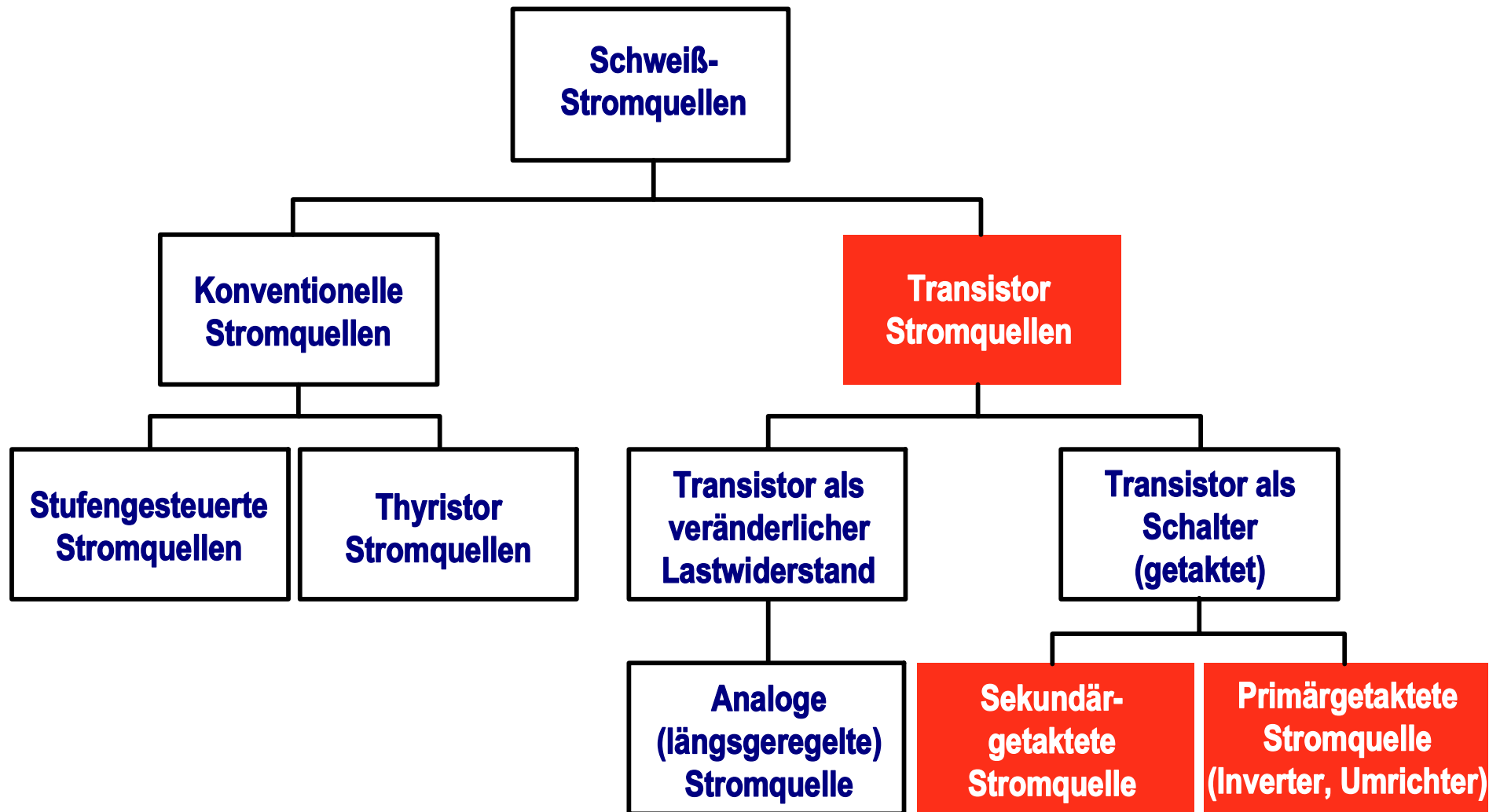
Diesen Anforderungen sind unterschiedliche Zeitbereiche zugeordnet, in denen sich die Stromquelle entsprechend optimal verhalten muss.



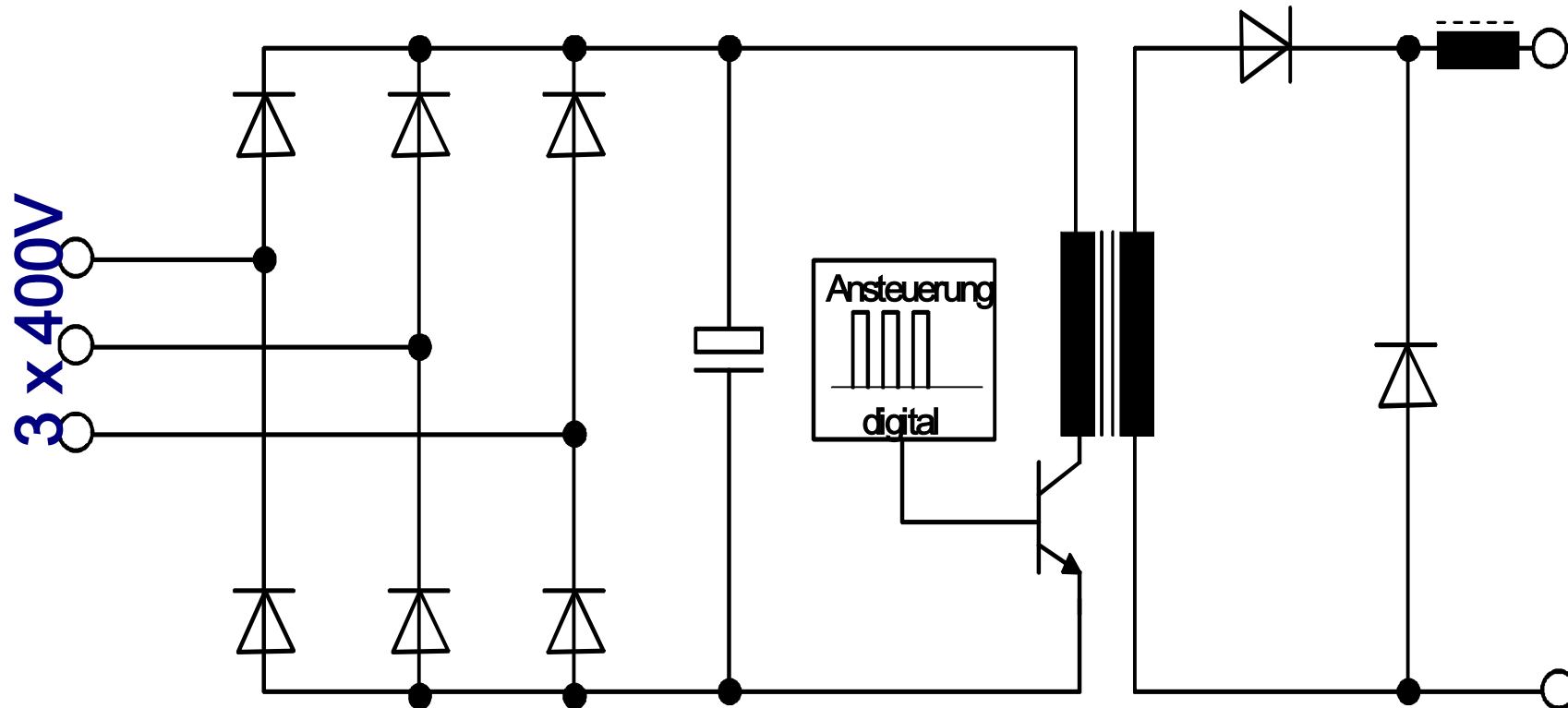
Allgemeine Anforderungen eines Lichtbogen- Schweiß- prozesses an die Lichtbogen-Schweißstromquellen:

Plasma-Stabilität	μs- bis ms- Bereich (< 1 ms)
Materialtransport	ms- Bereich (\approx1 bis 20 ms)
Lichtbogen-Längenstabilität	ms- bis s- Bereich (< 0,1 s)

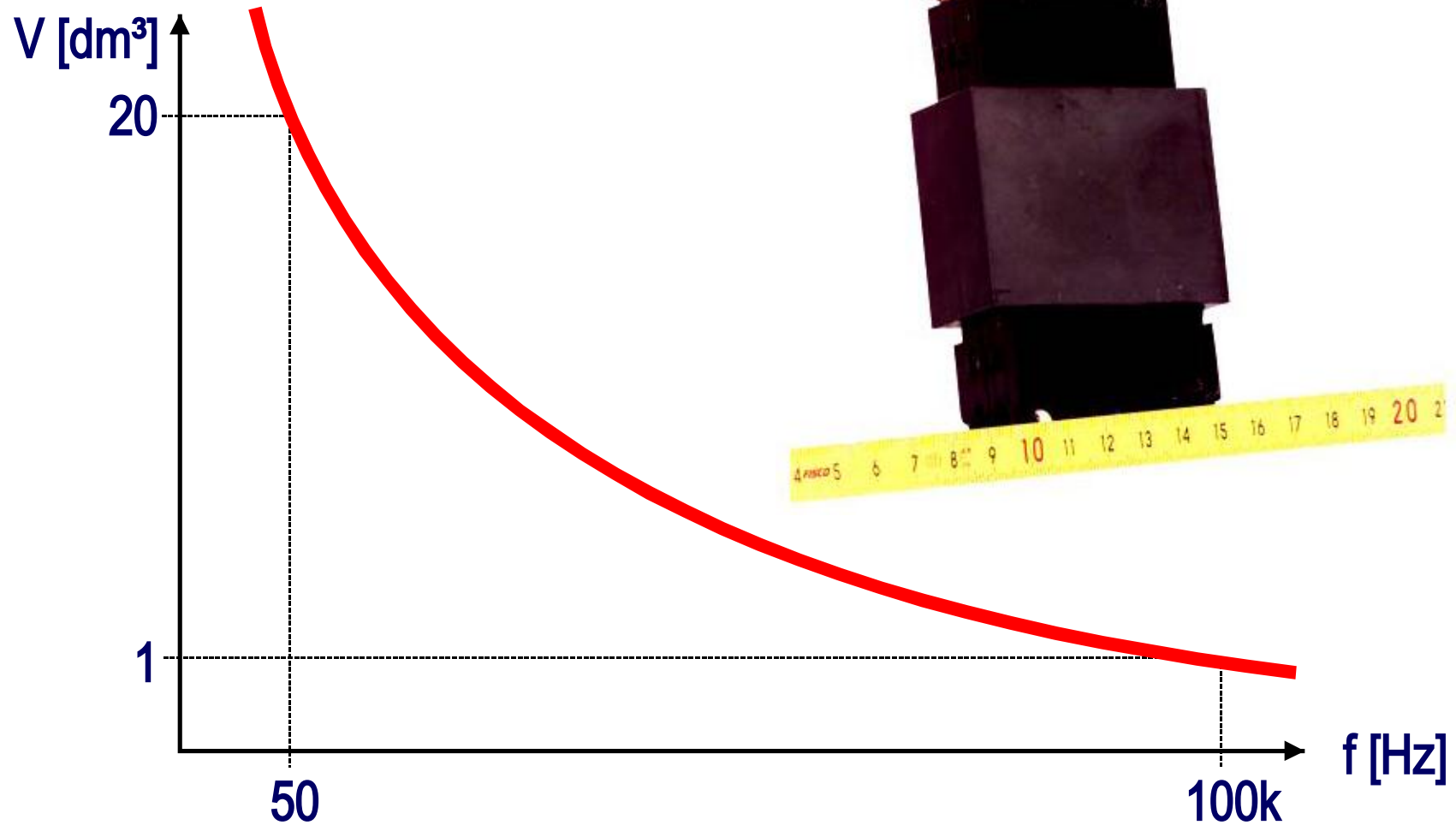
Bauarten der Schweißstromquellen:



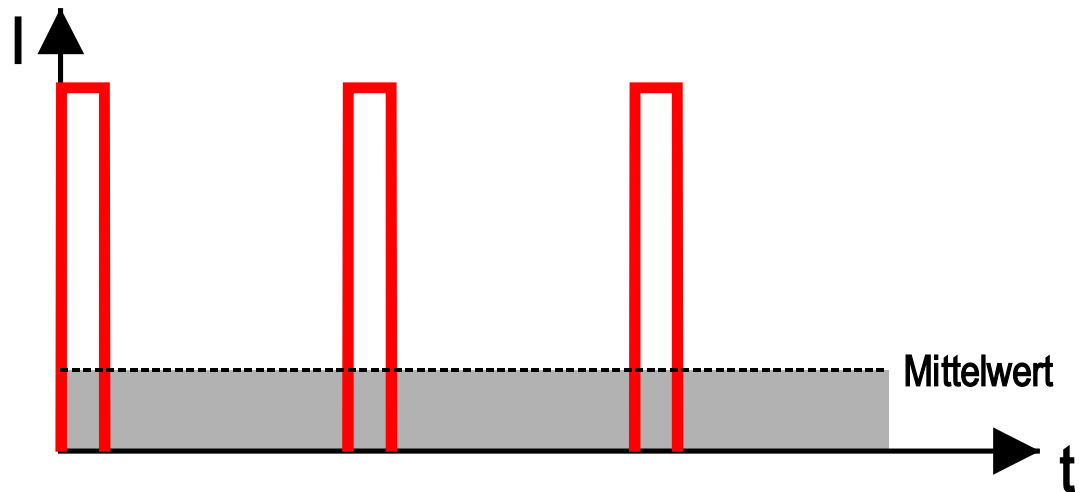
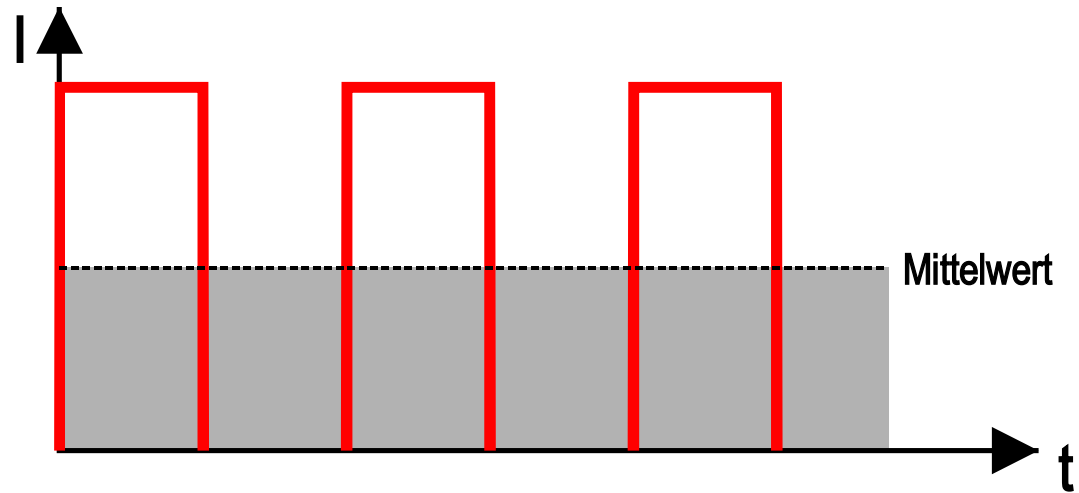
Primärgetaktete Stromquelle:



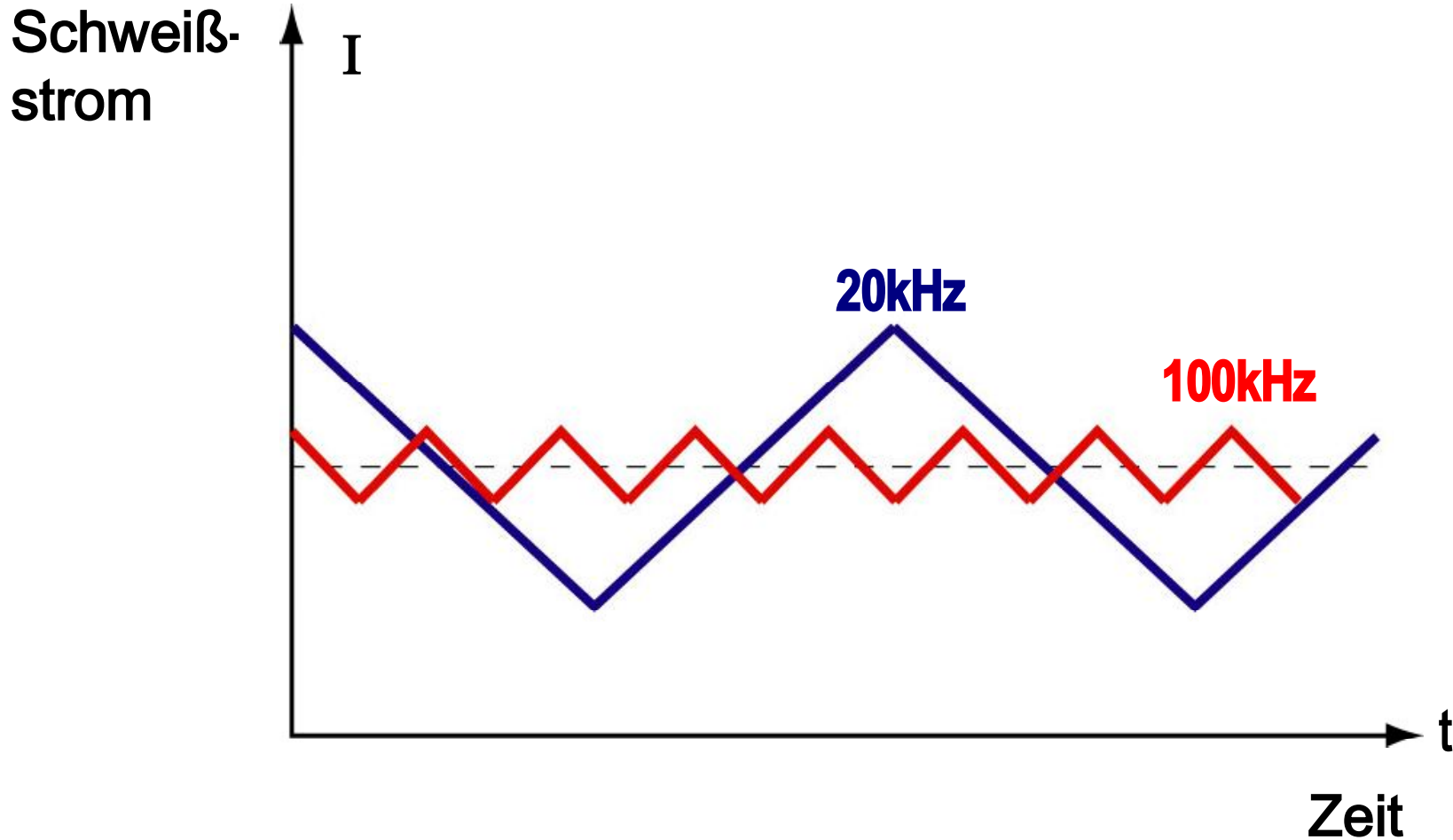
Haupttransformator:



Pulsweitenmodulation – PWM:



Stromwelligkeit:



Digitale Revolution: **TRANS (PULS) SYNERGIC**



TPS 2700

270 Ampere
27 kg

TS/TPS 4000

400 Ampere
37 kg

TS/TPS 5000

500 Ampere
38 kg

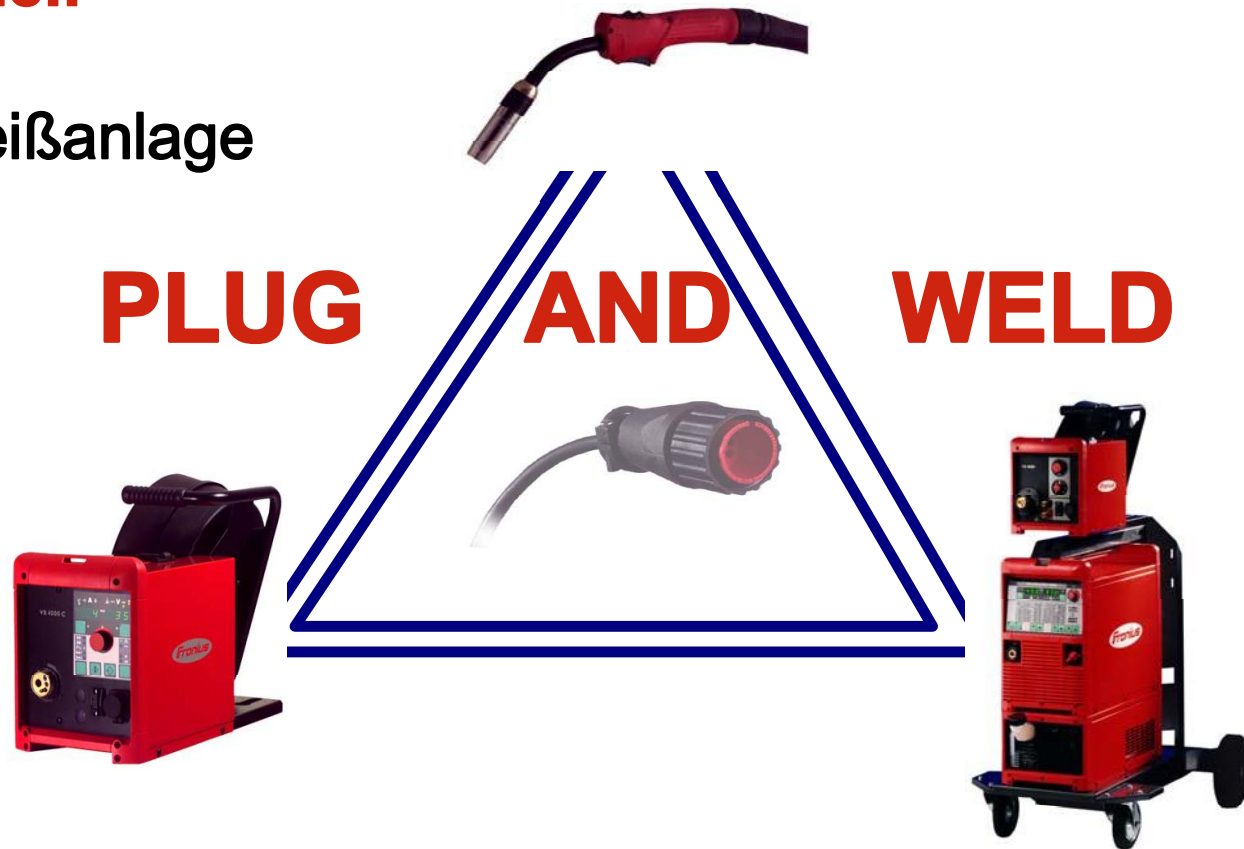


**Gemeinschaftsveranstaltung:
Schweißtechnische Verarbeitung von Aluminiumwerkstoffen**

Klaus-Peter Schmidt

Für den Anwender wichtig: LOCAL NET bzw. Zweidraht-Technik für die Kommunikation

Beispiel:
MSG-
Schweißanlage

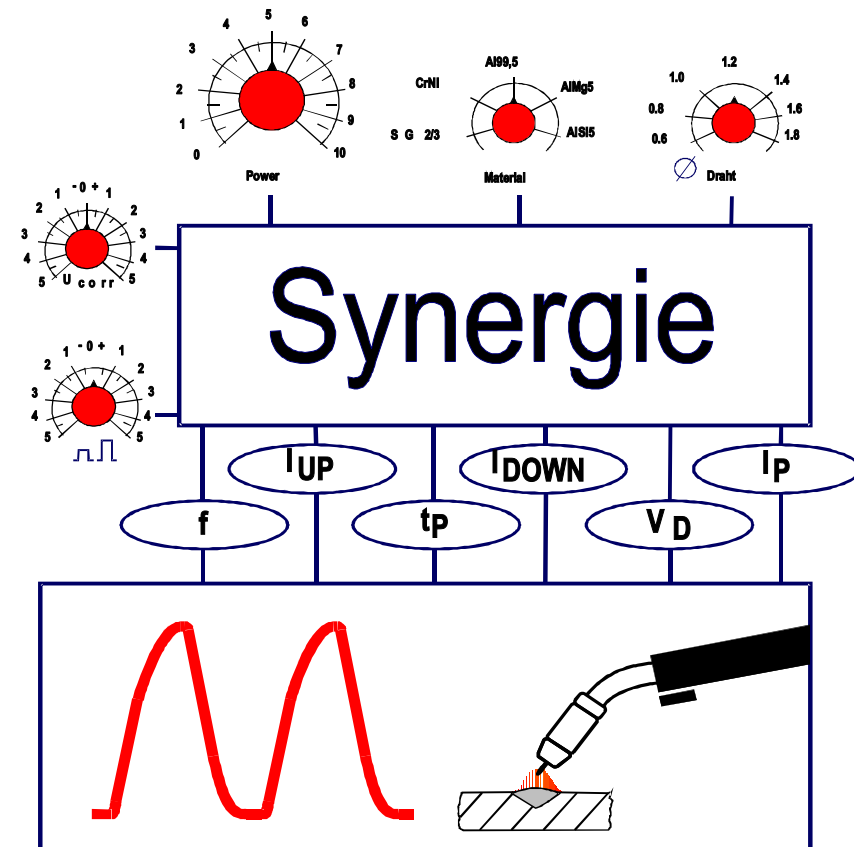


Gemeinschaftsveranstaltung:
Schweißtechnische Verarbeitung von Aluminiumwerkstoffen

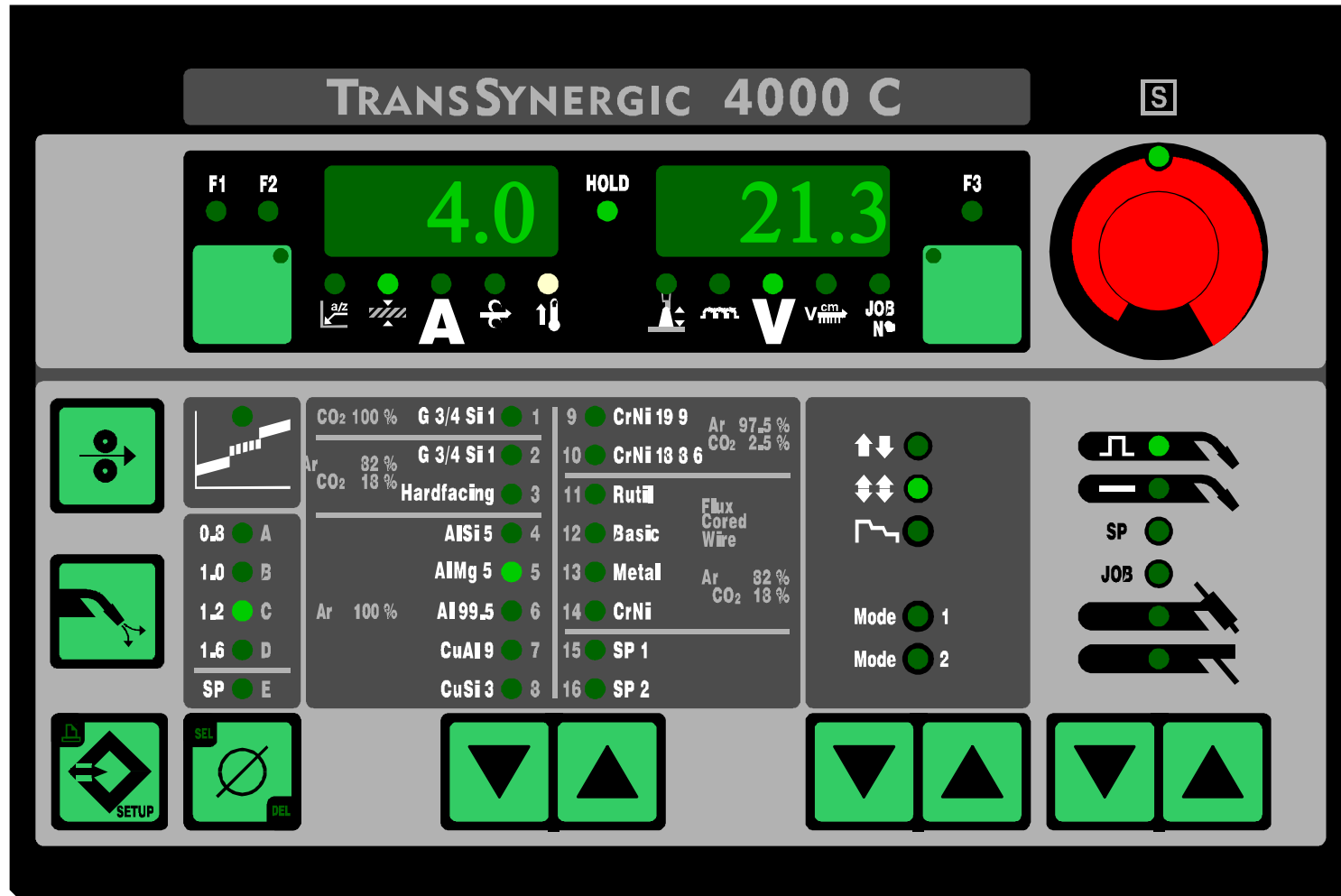
Klaus-Peter Schmidt

Synergic-Betrieb:

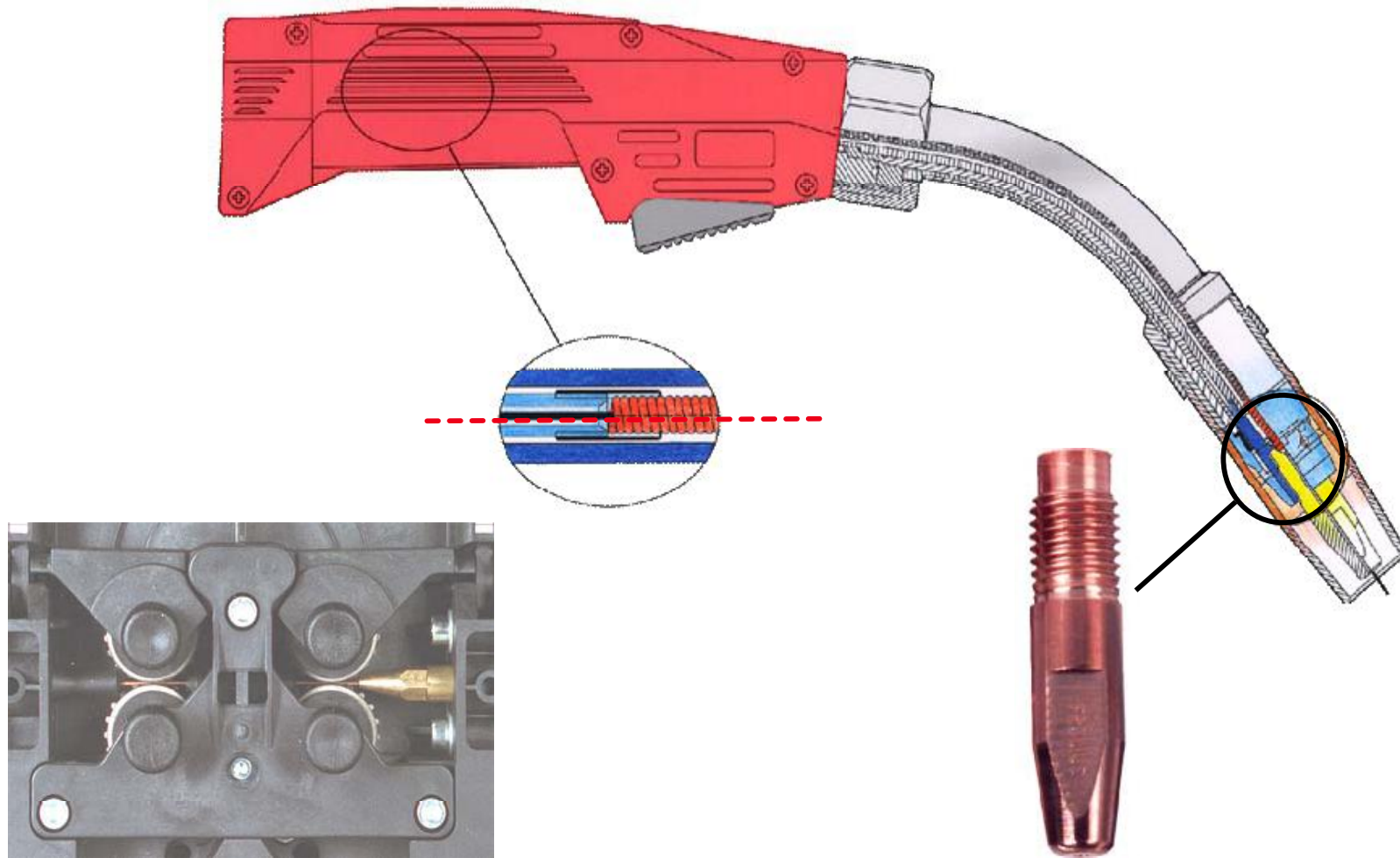
- große Anzahl von Parametern für optimalen Normal- und Impulslichtbogen vorprogrammiert („Einknopf-Bedienung“)



Bedienung: COMFORT



Optimierte Drahtförderung:



Ausrüstung: Alu

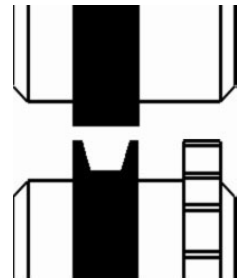


**Gemeinschaftsveranstaltung:
Schweißtechnische Verarbeitung von Aluminiumwerkstoffen**

Klaus-Peter Schmidt

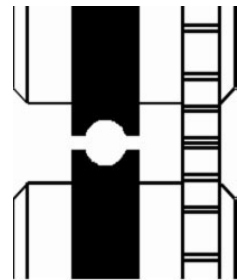
Nutformen:

Trapeznut



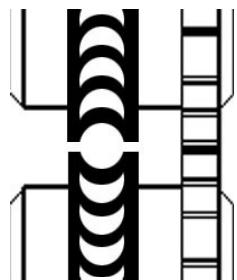
- Fe
- Cr Ni
- Un-, niedrig- oder hochlegierte Massivdrähte

Halbrundnut
glatt



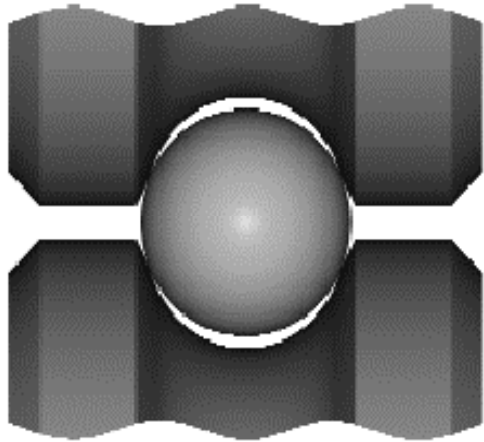
- Aluminium
- Cu Si 3 / Cu Al 8
- Bronzedrähte

Halbrundnut
gerillt



- Voll- und Fülldrähte verschiedener Legierungen
- CrNi
- Große Drahtdurchmesser

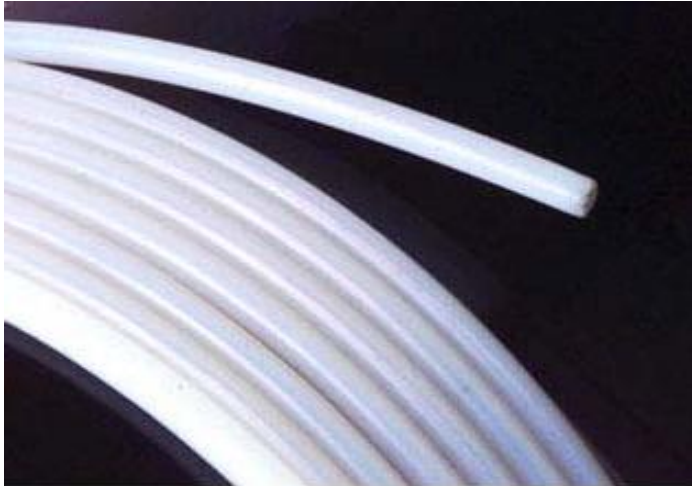
Vorschubrollen für MSG – Aluminium:



Halbrundprofil:

- keine Deformierung der Drahtelektrode
- für alle weichen Drahtelektroden: Al / CuSi usw.
- für jeden Durchmesser: extra Drahtförderrollen
- 4-Rollenantrieb ist von Vorteil

Kunststoffseelen für MSG – Aluminium:



Teflon:

- beste Fördereigenschaften
- unempfindlich gegen hohe Temperaturen
- hoher Verschleiß

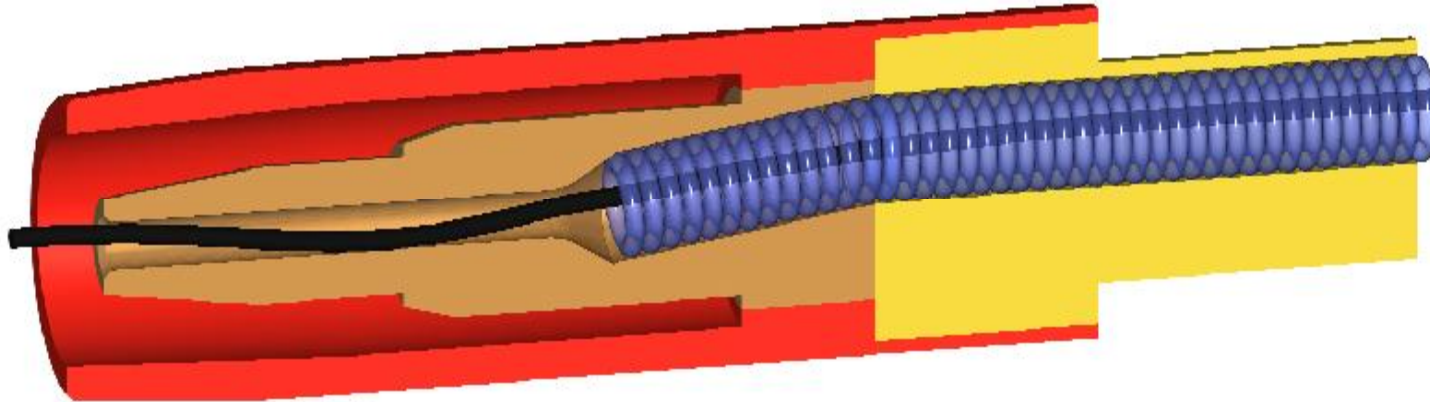


Graphit Kombiseele:

- geringer Verschleiß, da relativ hart
- empfindlich gegen hohe Temperaturen
- Bronzespirale im Brennerhals verwenden



Zwangkontaktierung:



Durch definierten Stromübergang:

- sichere Zündung
- stabiler Lichtbogen
- weniger Spritzer

Handschweißbrenner: *PT-Drive*

- Anwendung bei weichen Drähten, z.B.: Aluminium, CuSi
- Schlauchpaketlängen bis zu 10m
- Planetar-Antrieb
- leichte Handhabung durch geringe Baugröße und optimierte Gewichtsverhältnisse
- hochwertige Schlauchpaketkomponenten
- gas- und wassergekühlt
- Standard-Verschleißteile
- Multilock-System



JOBMASTER:



- integrierte Fernregelung
- digitale Parameteranzeige
- Parameterabruf
- Job - Abruf



Fernsteller und Fernbedienungseinheiten:



z.B.: TR2000



RCU 5000 i



Roboter Komplettsysteme:

Drahtvorschub



Interface



Schweißbrenner



Stromquelle



Schweißprogramm - UPDATE

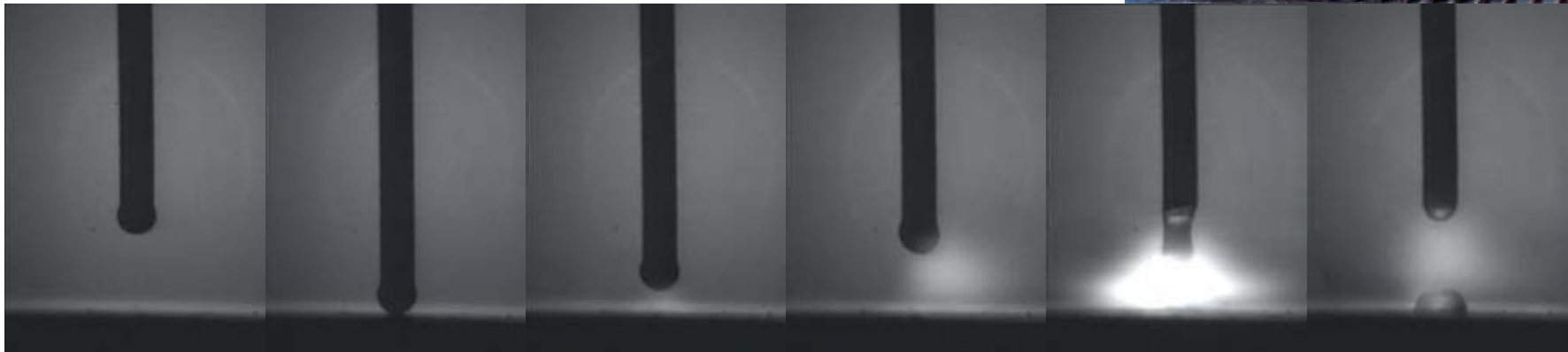


Gemeinschaftsveranstaltung:
Schweißtechnische Verarbeitung von Aluminiumwerkstoffen

Klaus-Peter Schmidt

Spritzfreies Aluminiumzünden:

SPATTER FREE IGNITION



Gemeinschaftsveranstaltung:
Schweißtechnische Verarbeitung von Aluminiumwerkstoffen

Klaus-Peter Schmidt

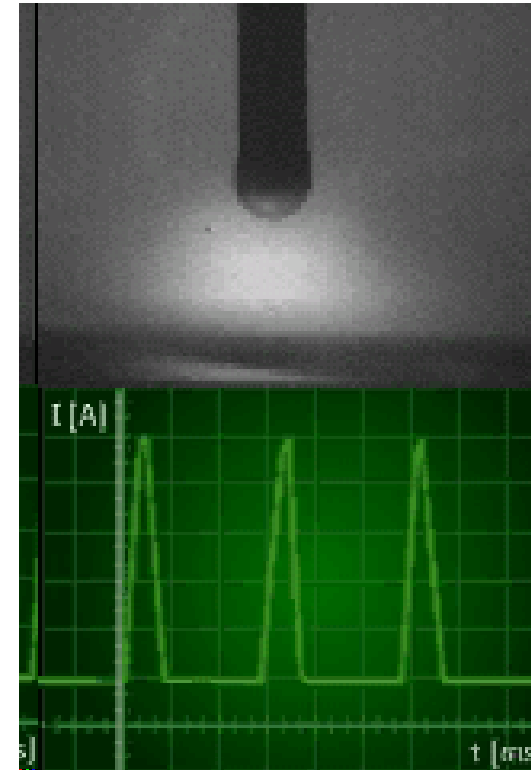
Vorteile der **SFI**- Zündung:

- konventionelle Zündung ca. 500 A
- SFI-Zündung bei ca. 20 A
- höhere Lebensdauer der Stromdüsen
- 100% reproduzierbare Zündung
- Zündung mit langem Stickout: kein Problem

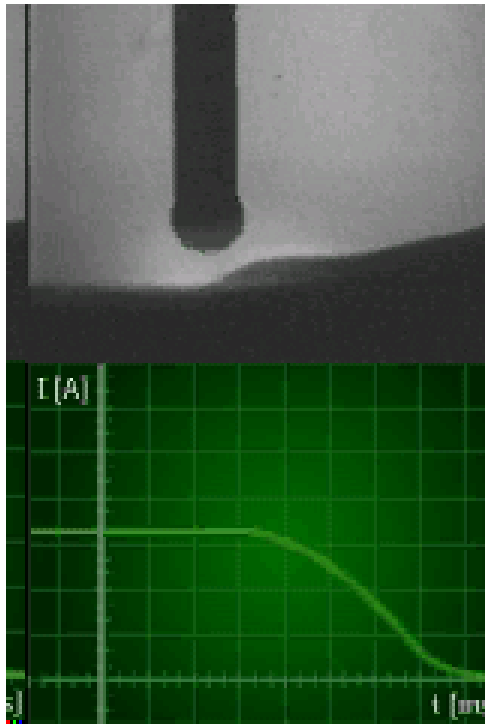


Perfektes Pulsen: *der gesteuerte Tropfenübergang*

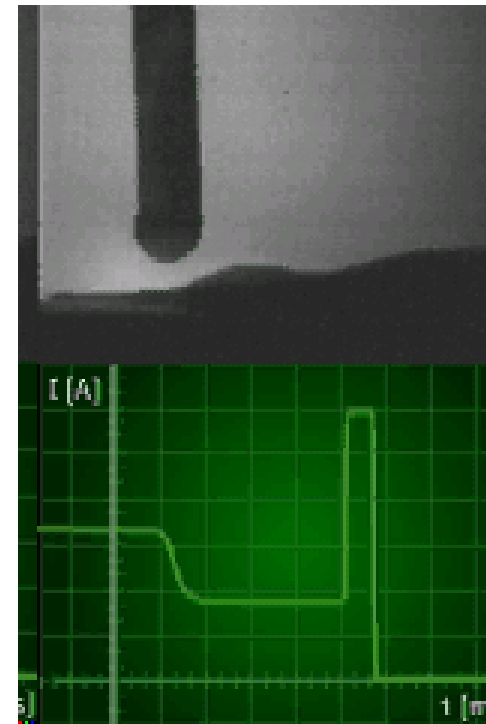
- kontrollierter, kurzschlussfreier Werkstoffübergang mit exakt einem Tropfen pro Impuls
- spritzerarm
- verschiedene Impulsformen für unterschiedliche Draht-Gas-Kombinationen



Schweißende (Endpuls):

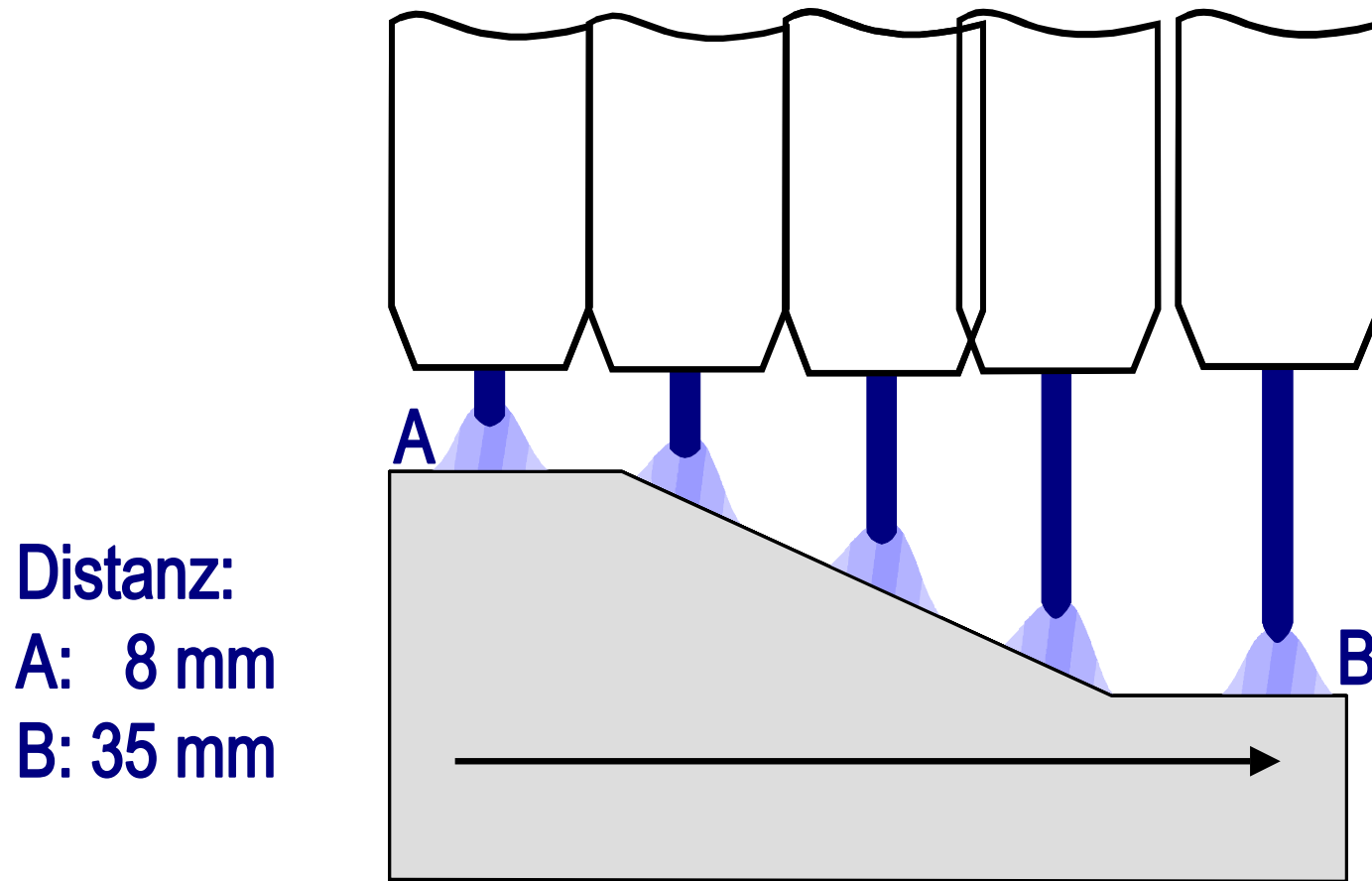


konventionelle
Thyristoranlage



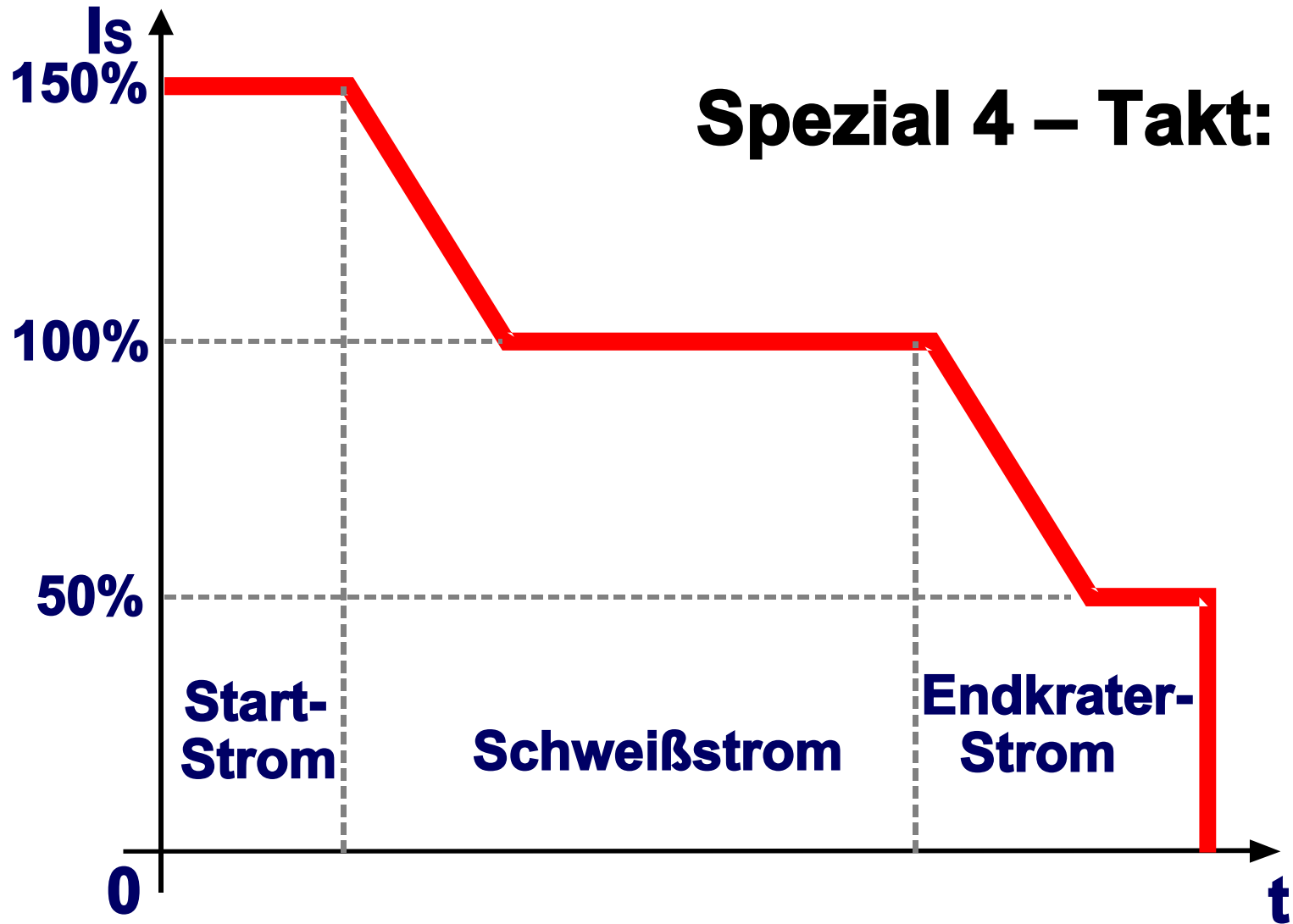
digitale
Schweißanlage

Lichtbogenlängenkontrolle:



- Änderung des Abstandes zwischen Kontaktrohr und Werkstück

Startprogramm: *Aluminium*



Vorteile des Synchronpulses:



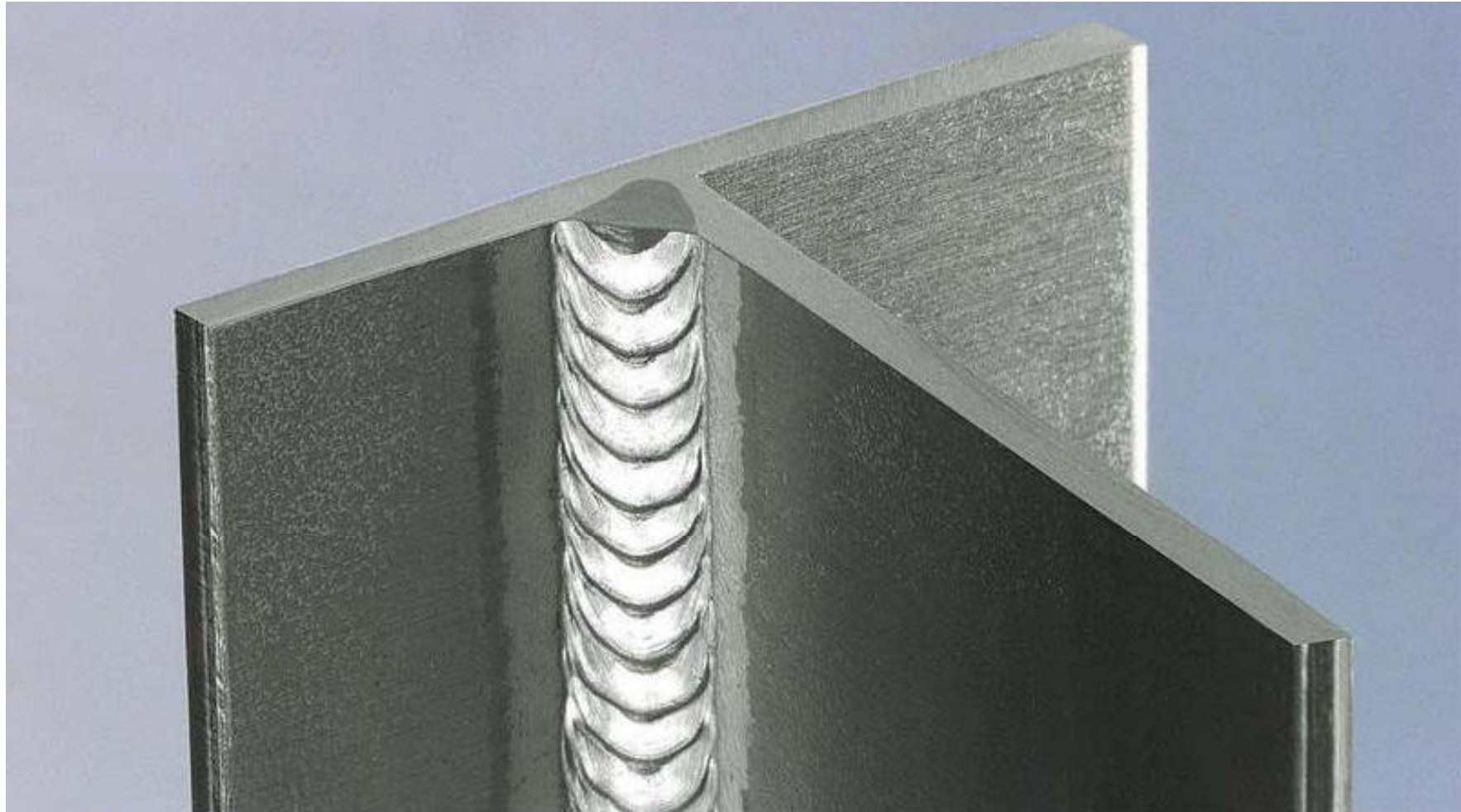
hohe Frequenz (5Hz)



niedrige Frequenz (1Hz)

- optimiertes Nahtaussehen
- Spaltüberbrückbarkeit
- Vermeidung der Pendelung:
speziell bei automatisierter
Anwendung (Beispiel: AUDI)
- einstellbare Eindringtiefe
- für Sonderanwendungen
(dünn / dick- Verbindung)

Nahtaussehen durch den Synchropuls



**Gemeinschaftsveranstaltung:
Schweißtechnische Verarbeitung von Aluminiumwerkstoffen**

Klaus-Peter Schmidt

Zusammenfassung:

Die neue Schweißgeräte Technologien bringen:

- höchste Präzision durch die Digitaltechnik
- verbesserte Zündung
- optimierter Lichtbogen: Synergie-Kennlinien
- variable Impulsformen
- schnelle Lichtbogenlängenregelungen
- flexible Einsatzmöglichkeiten



Anwendungen in der Automobilindustrie:

AUDI A2



AUDI A8



MagicWave / TransTig:



TransTig / MagicWave 1700
170 A bei 35% ED
15 kg

TransTig / MagicWave 2200
220 A bei 35% ED
24 kg:
Stromquelle +
Kühlkreis FK 2200



Gemeinschaftsveranstaltung:
Schweißtechnische Verarbeitung von Aluminiumwerkstoffen

Klaus-Peter Schmidt

TransTig 4000/5000 MagicWave 4000/5000



TT 4000 / MW 4000

400 A bei 50% E.D. ($T_u=40^\circ$)

365 A bei 100% E.D. ($T_u=25^\circ$)

52,2 kg

TT 5000 / MW 5000

500 A bei 40% E.D. ($T_u=40^\circ$)

450 A bei 100% E.D. ($T_u=25^\circ$)

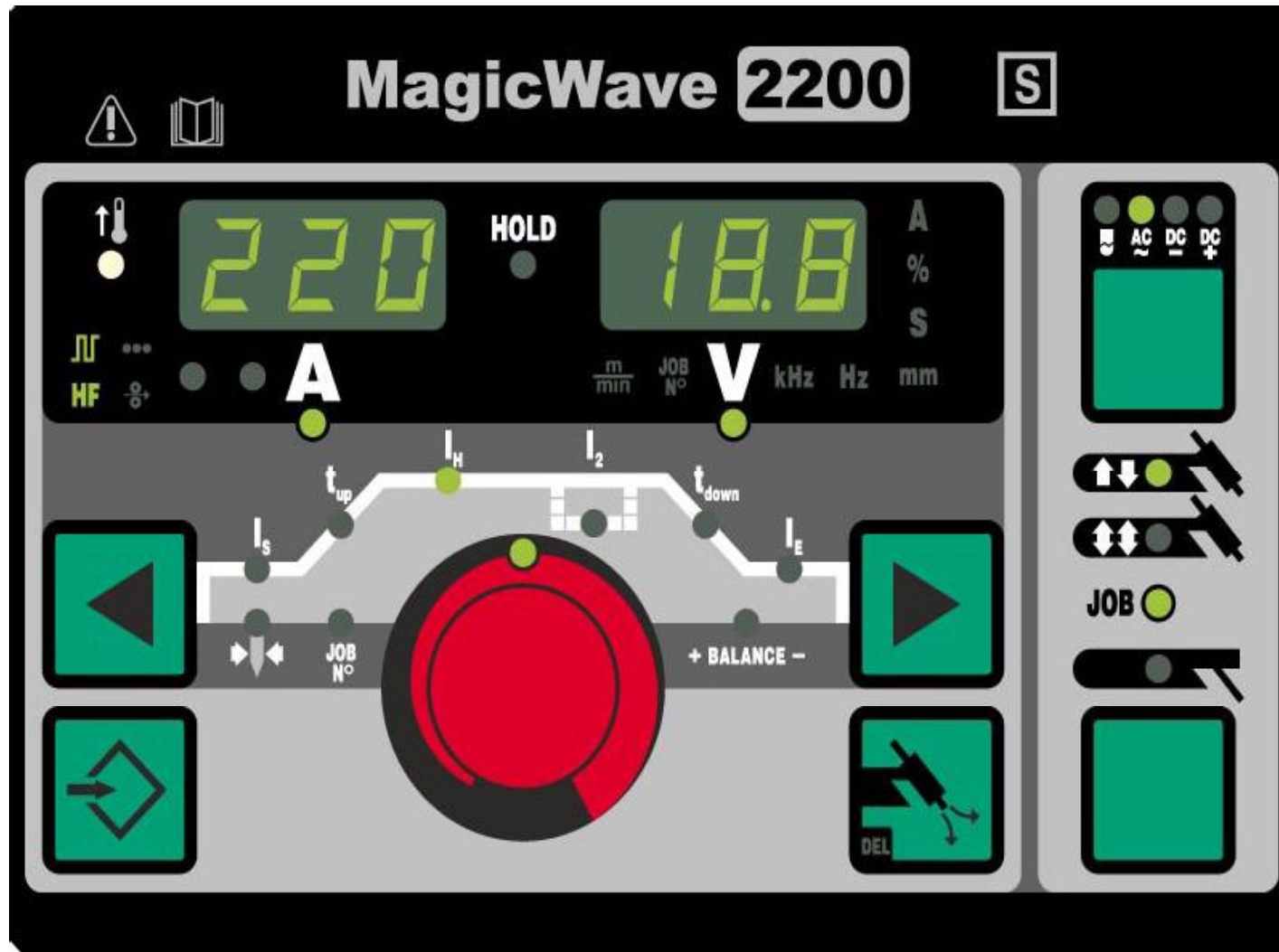
52,7 kg



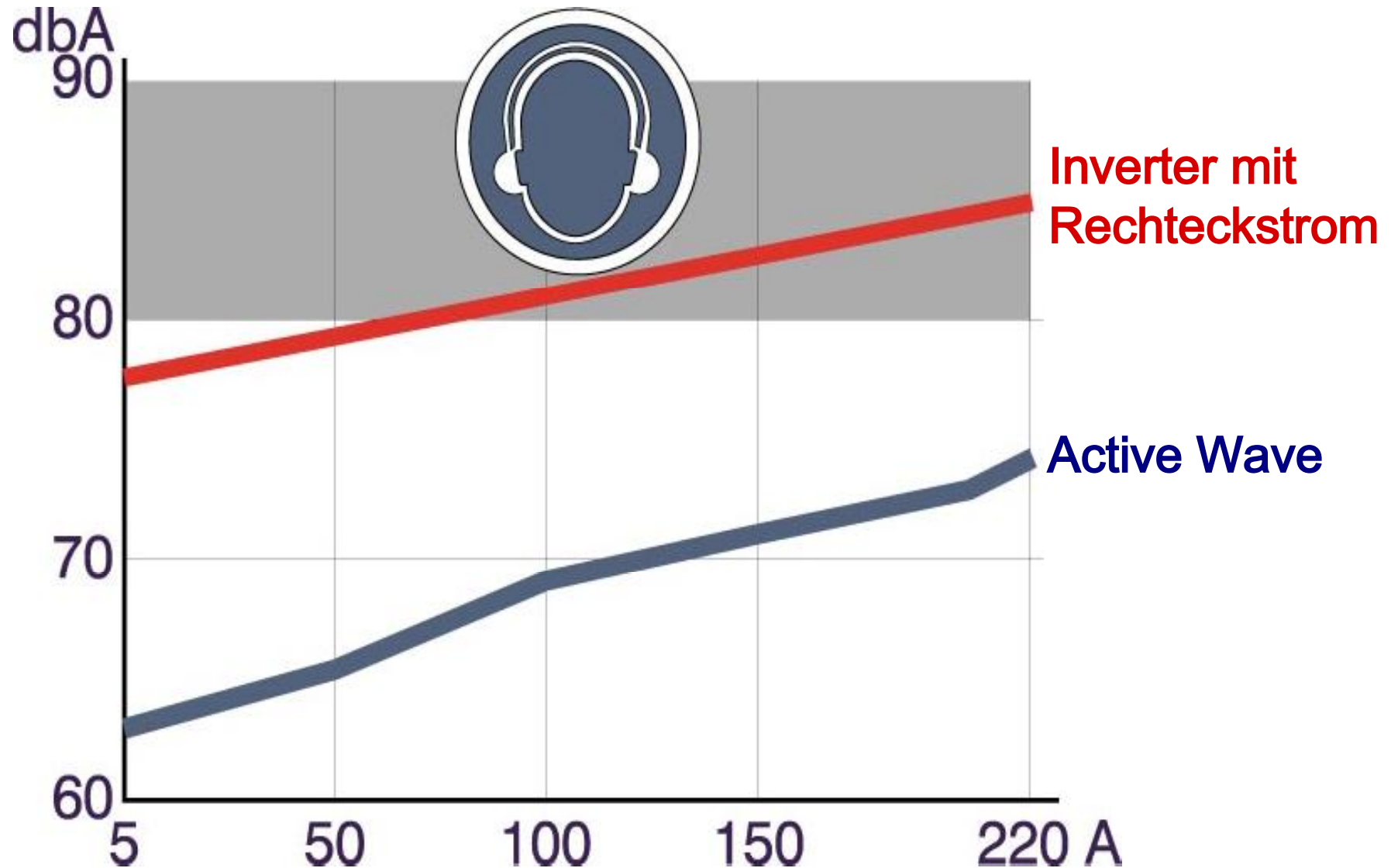
**Gemeinschaftsveranstaltung:
Schweißtechnische Verarbeitung von Aluminiumwerkstoffen**

Klaus-Peter Schmidt

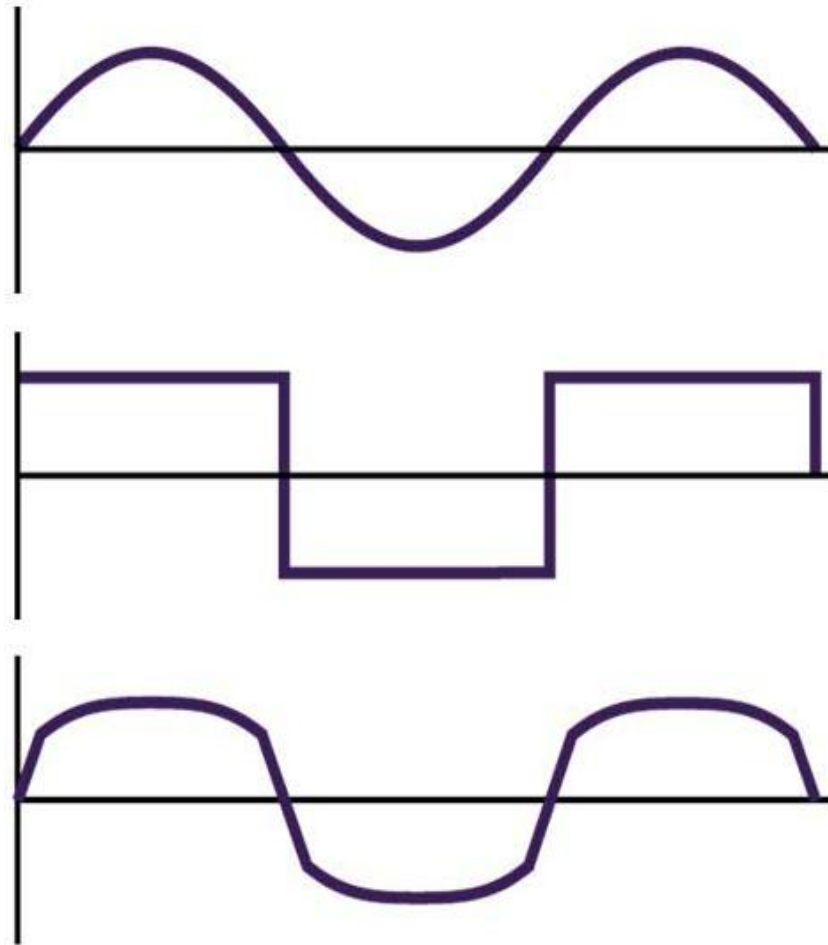
Benutzeroberfläche: MagicWave 2200



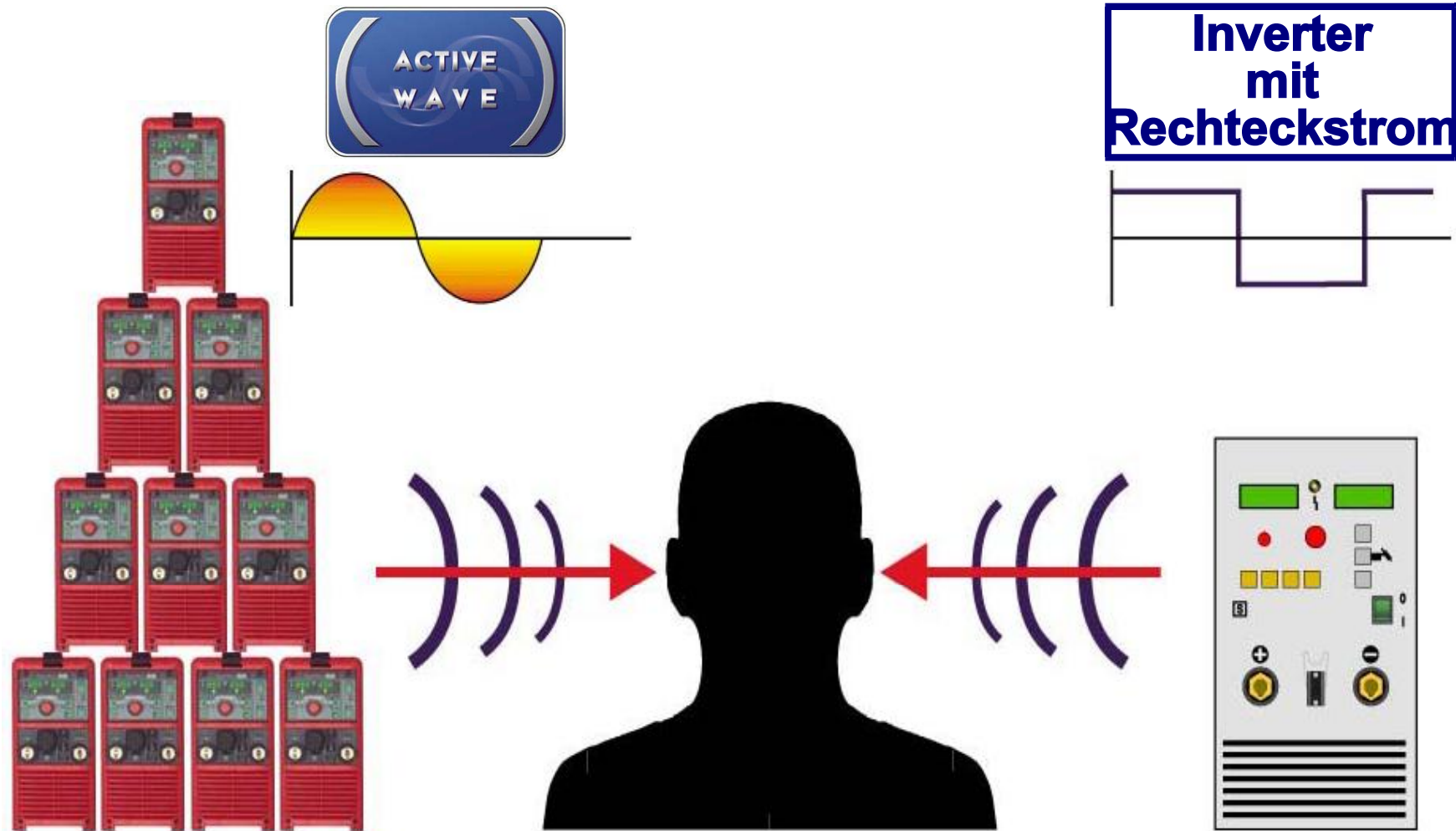
Reduzierte Lautstärke durch Active Wave:



AC-Schweißen **ohne** Hochfrequenzüberlagerung:

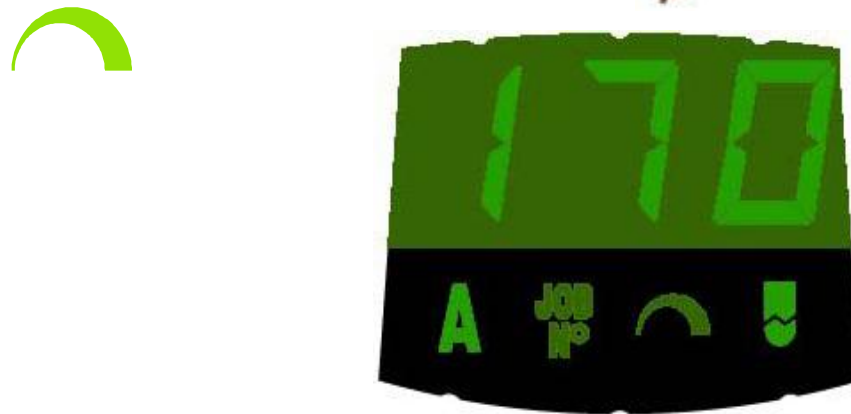


Reduzierte Lautstärke durch Active Wave:

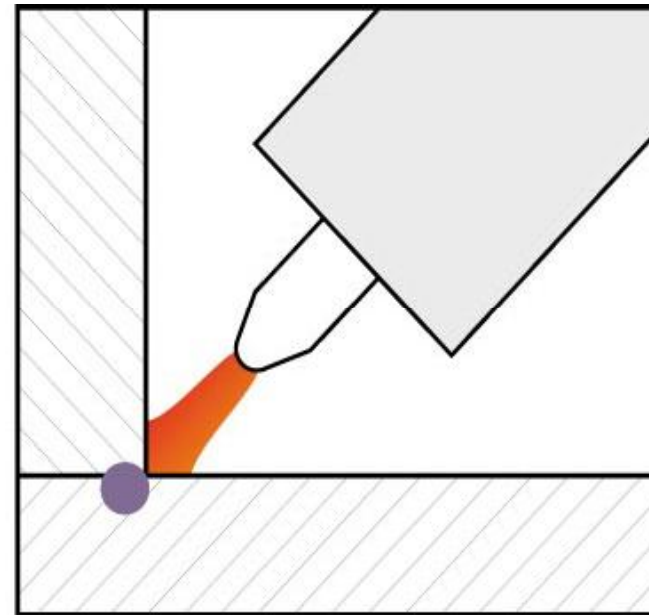
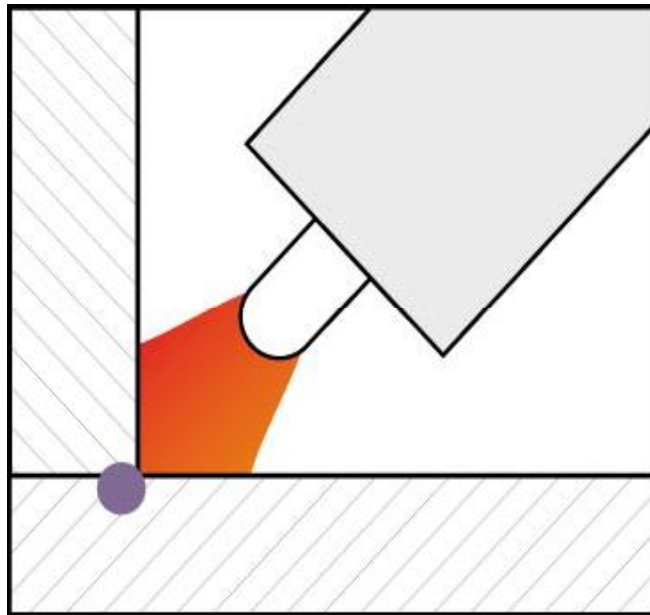


JobMaster-TIG, der intelligente Schweißbrenner:

- Integrierte Fernbedienung
- Digitale Parameteranzeige
- Job-Abruf **JOB N°**
- Anzeige „aktivierte Kalottenbildung“
- Thermischer Überlastschutz
- Frei wählbarer Remote-Parameter



Kehlnaht / Wurzelbildung:



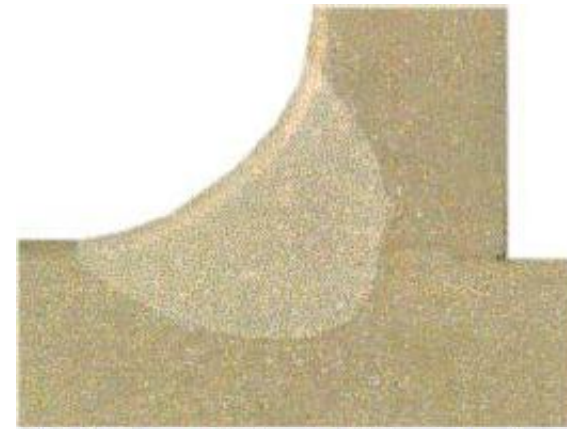
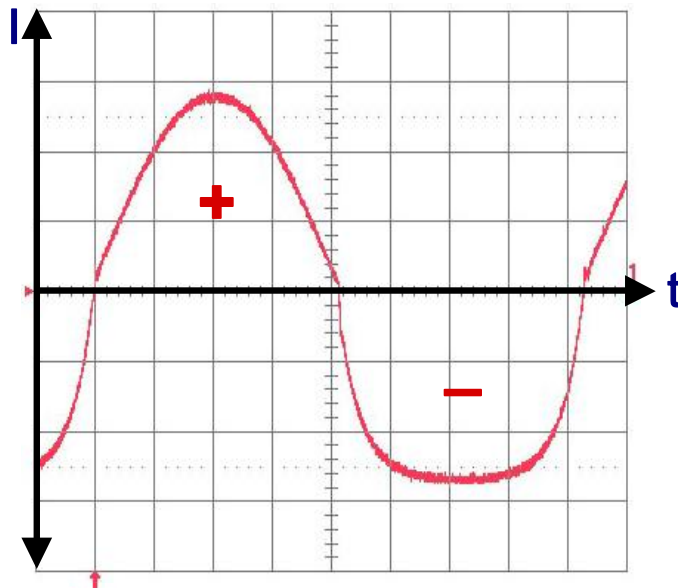
Automatische Kalottenbildung:



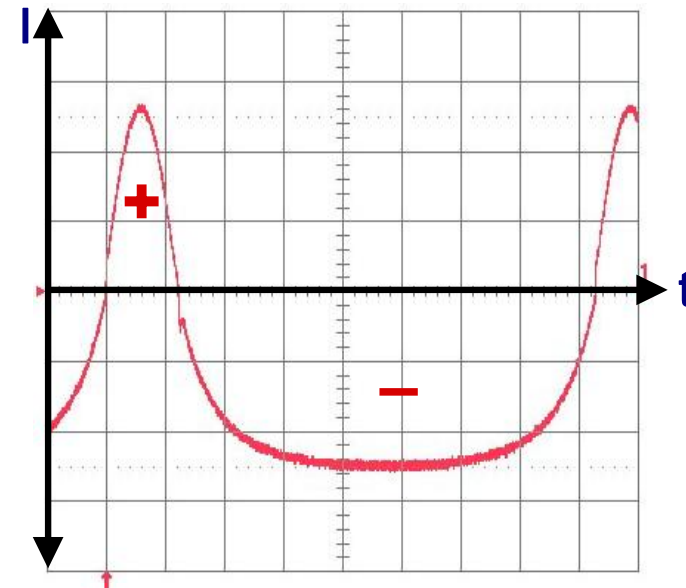
Effekt der AC-Balance:



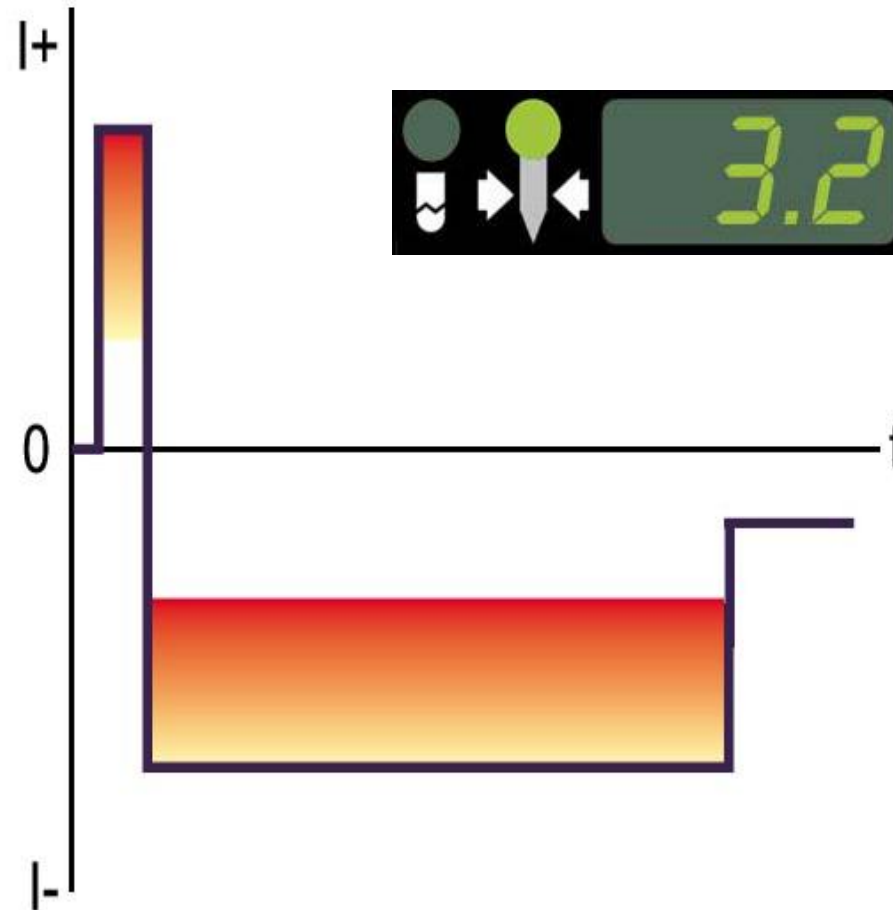
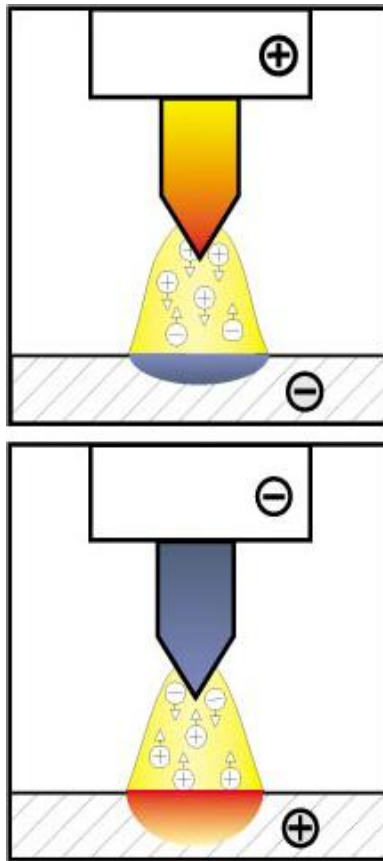
Balance = 0



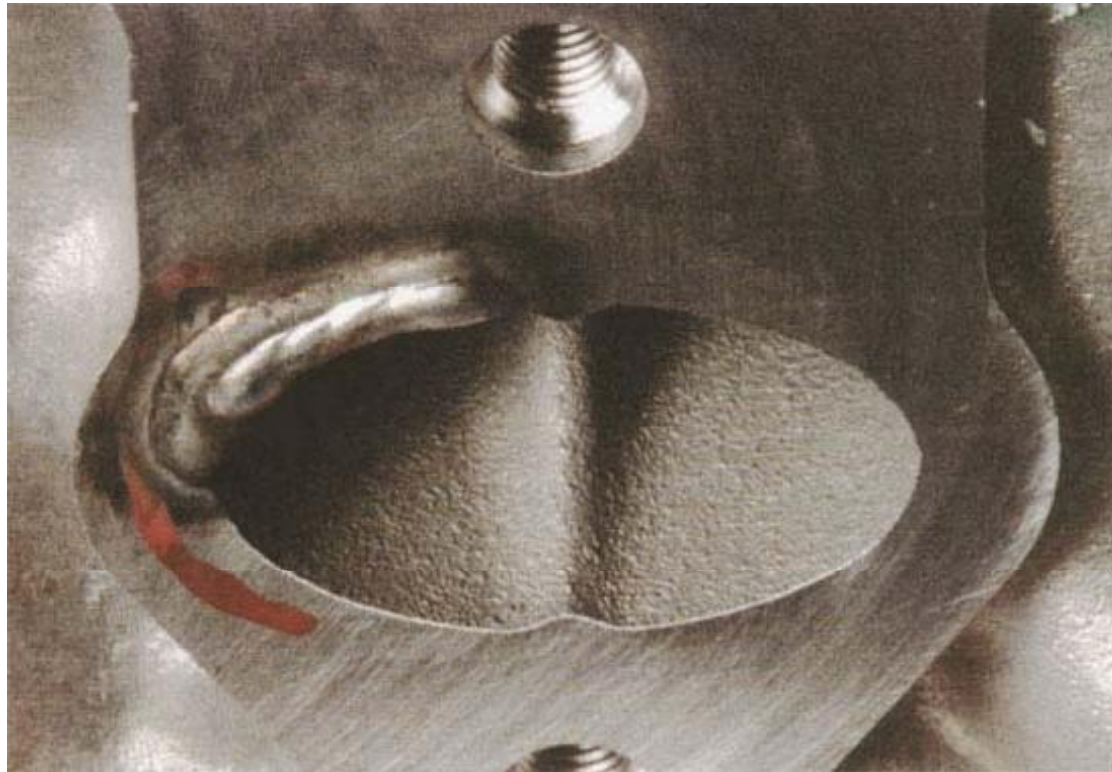
Balance = - 5



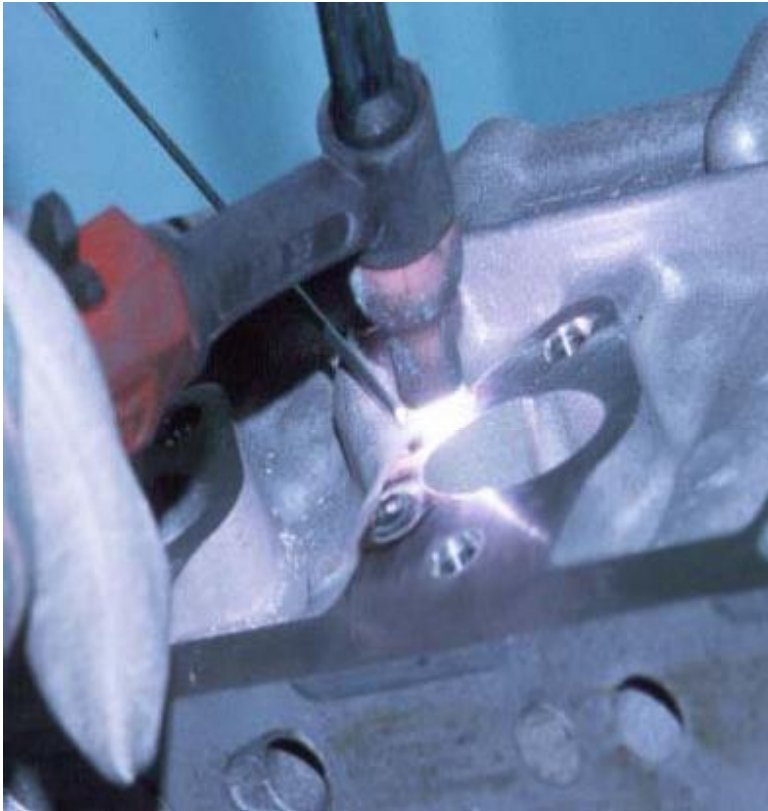
RPI-Zündung: *Magic Wave*



WIG-Schweißen von Aluminium mit **DC-** **Minuspolarung und Helium** als Schutzgas:



WIG-Schweißen von Aluminium mit **DC-Minuspolung** und **Helium** als Schutzgas:



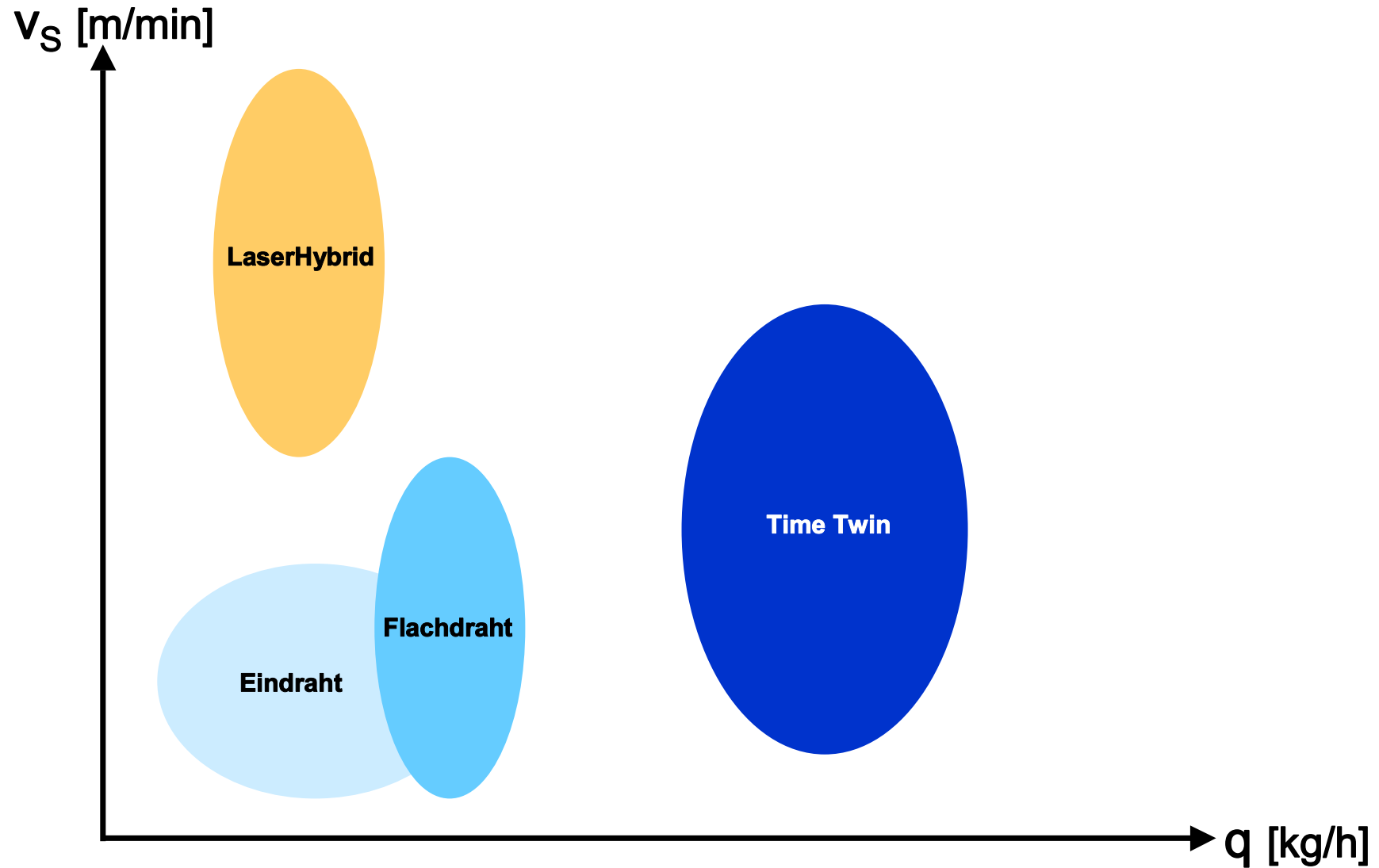
- **Helium ist notwendig**
- **nicht jede Legierung ist schweißbar**
- **hohe Handfertigkeit ist nötig**
- **Zündung ist problematisch**
Verbesserung:
Ar/He-Umschaltung

Einleitung: Hochleistungsschweißen

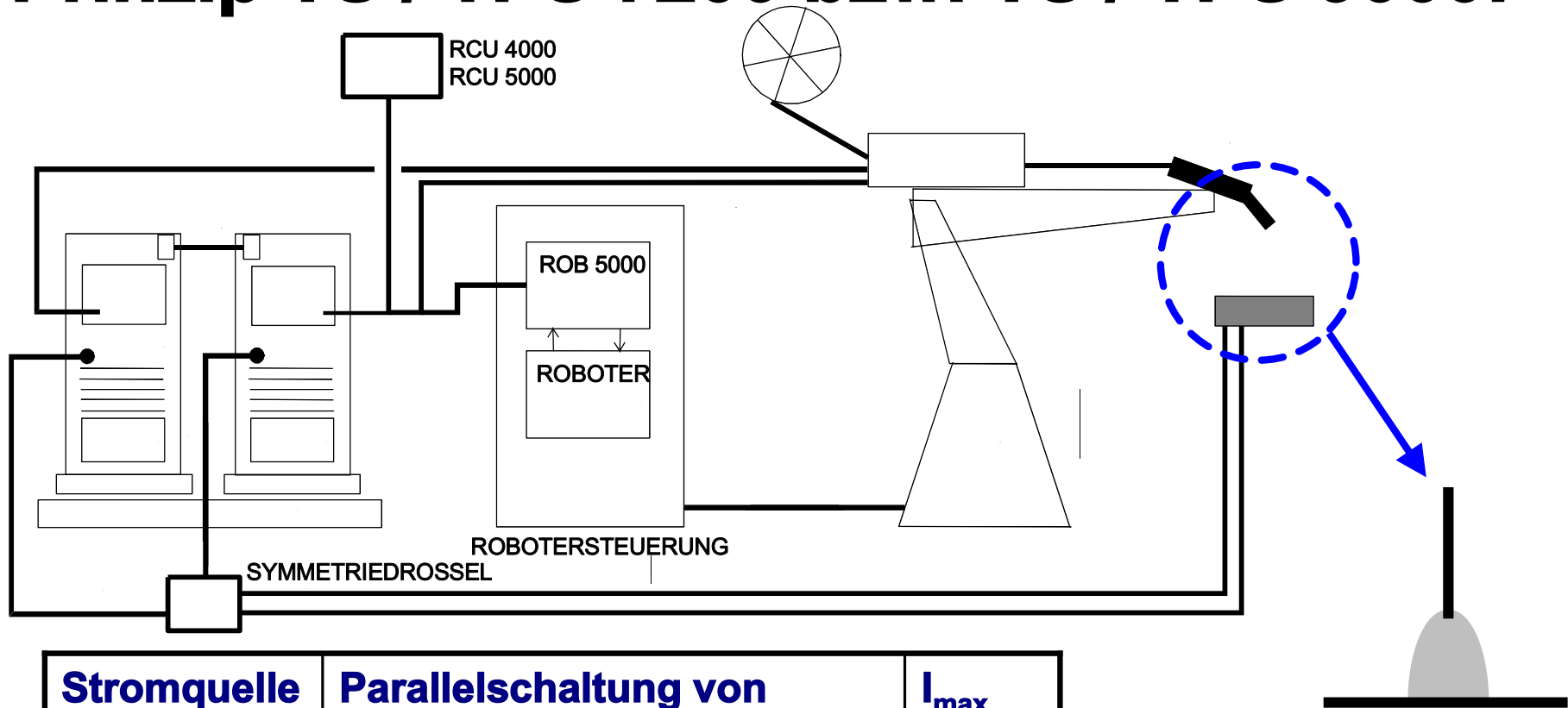
- Forderung der Anwender nach Schweißverfahren mit größeren Abschmelzleistungen sind:
 - Erhöhung der Schweißgeschwindigkeit
 - Erhöhung des Nahtquerschnittes
- größere Abschmelzleistung sind erreichbar durch:
 - Erhöhung der Drahtfördergeschwindigkeit
 - Erhöhung des Drahtquerschnittes
 - Einsatz mehrerer gleichzeitig abschmelzender Drahtelektroden



Einteilung der Hochleistungsschweiß-Prozesse



Prinzip TS / TPS 7200 bzw. TS / TPS 9000:



Stromquelle	Parallelschaltung von	I_{\max}
TPS 9000	2x TPS 5000	900 A
TPS 7200	2x TPS 4000	720 A
TS 9000	2x TS 5000	900 A
TS 7200	2x TS 4000	720 A

„Eindrahttechnik“



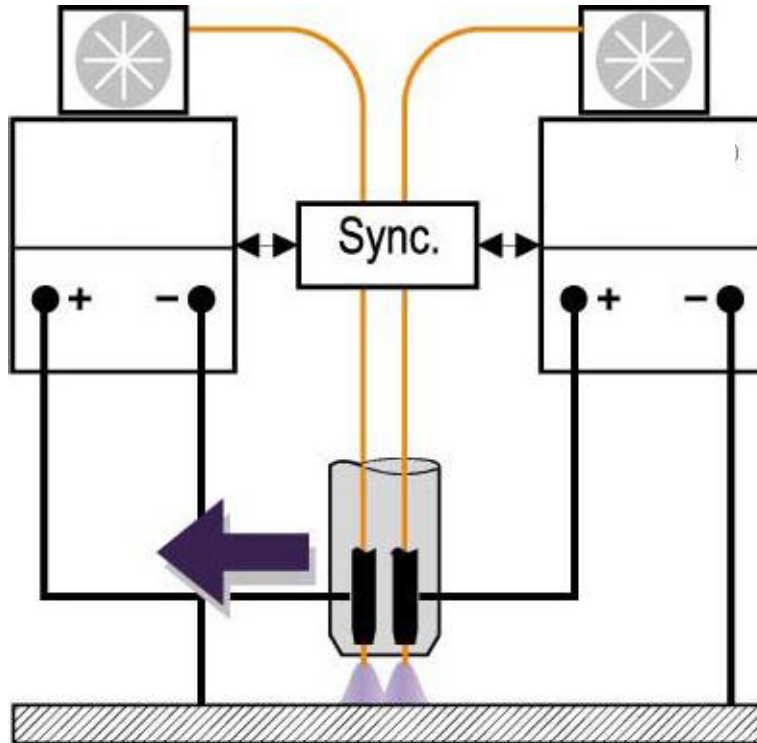
Stromquelle TPS 9000 mit Drahtvorschub:



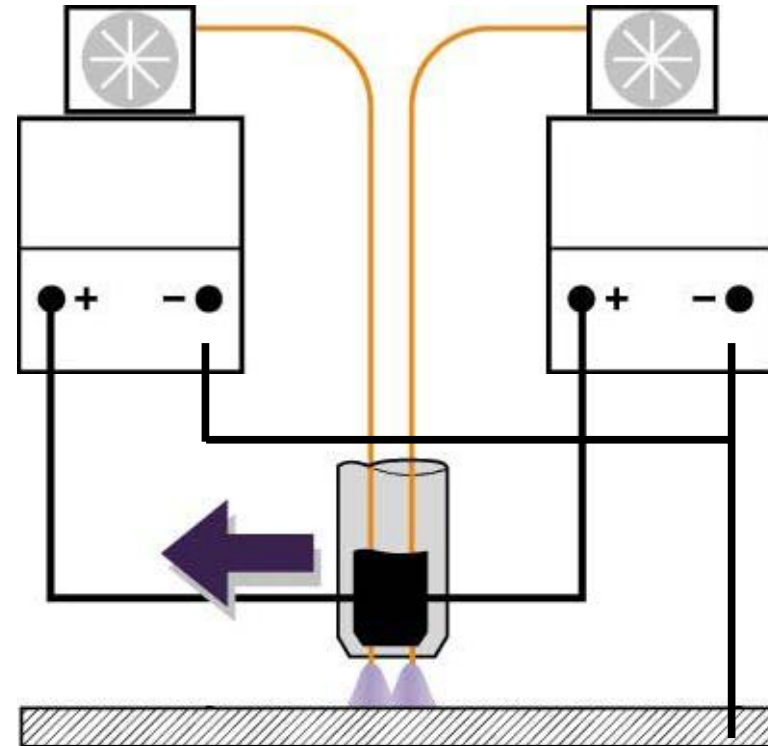
**Gemeinschaftsveranstaltung:
Schweißtechnische Verarbeitung von Aluminiumwerkstoffen**

Klaus-Peter Schmidt

Verfahrensprinzip: *Tandem- / Doppeldraht*

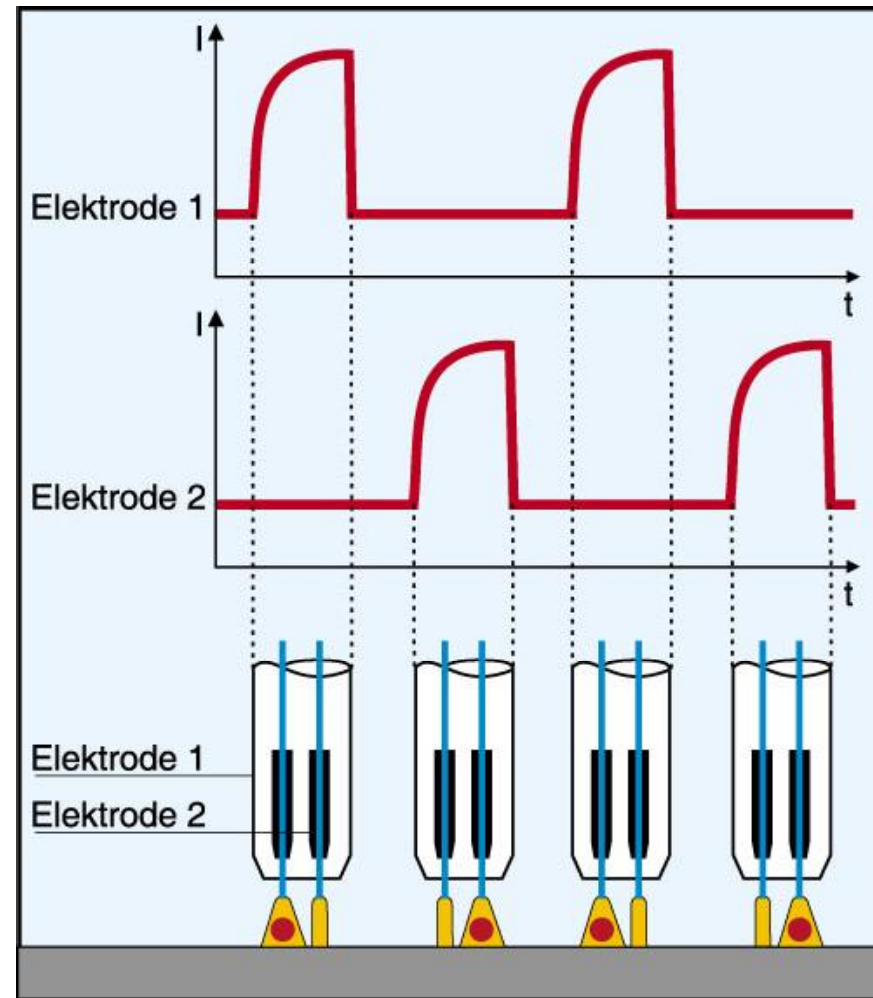


***TimeTwin Digital
(Tandem)***



Doppeldraht

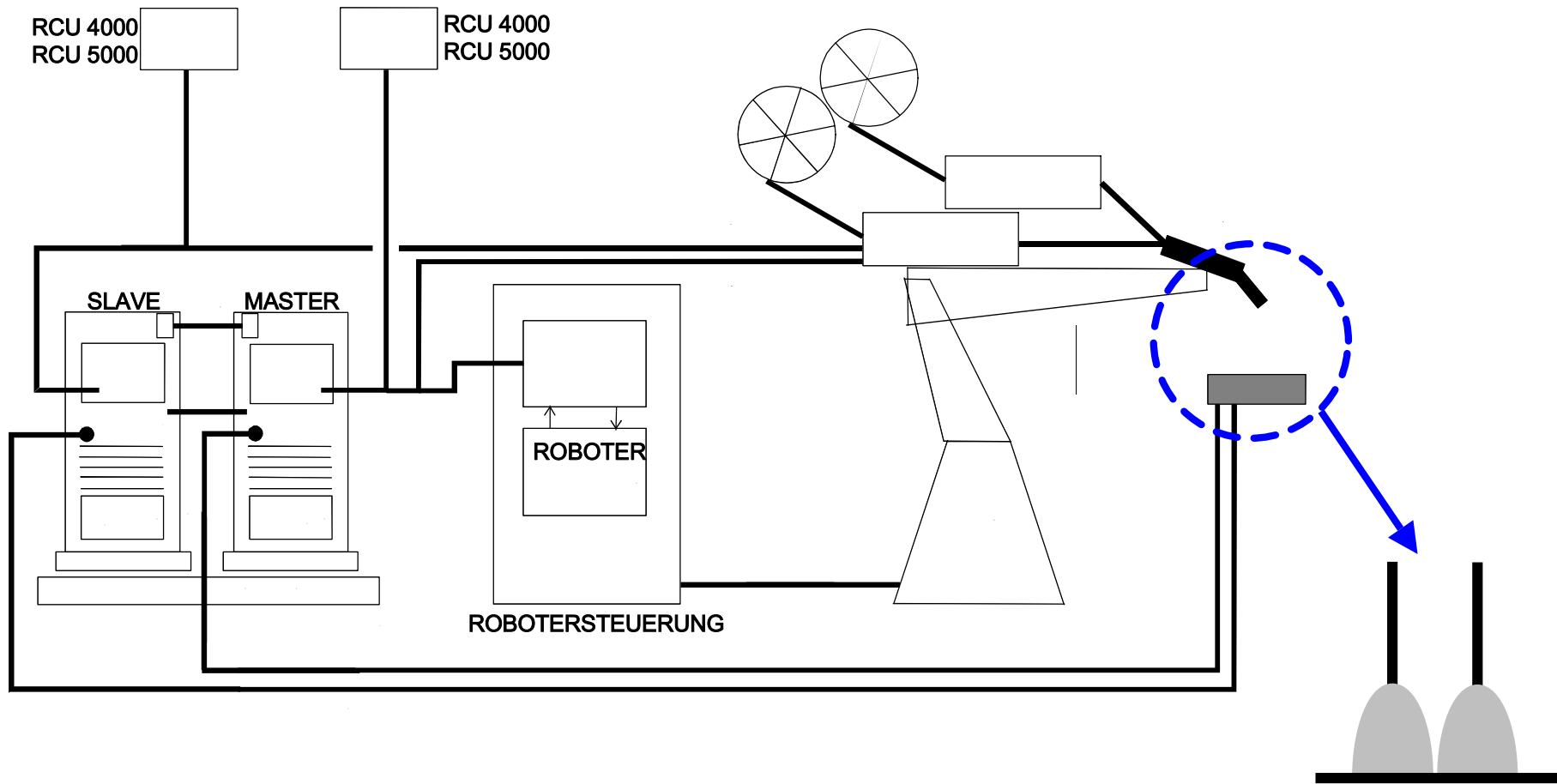
Werkstoffübergang / Modulationsart: Puls / Puls (Beispiel)



Modulationsart: Puls / Puls



Prinzip Time Twin Digital 4000 / 5000:



„Zweidrahttechnik“



Gemeinschaftsveranstaltung:
Schweißtechnische Verarbeitung von Aluminiumwerkstoffen

Klaus-Peter Schmidt

Stromquelle Time Twin Digital 5000:



**Gemeinschaftsveranstaltung:
Schweißtechnische Verarbeitung von Aluminiumwerkstoffen**

Klaus-Peter Schmidt

Schweißverfahren:

Eindrahttechnik:

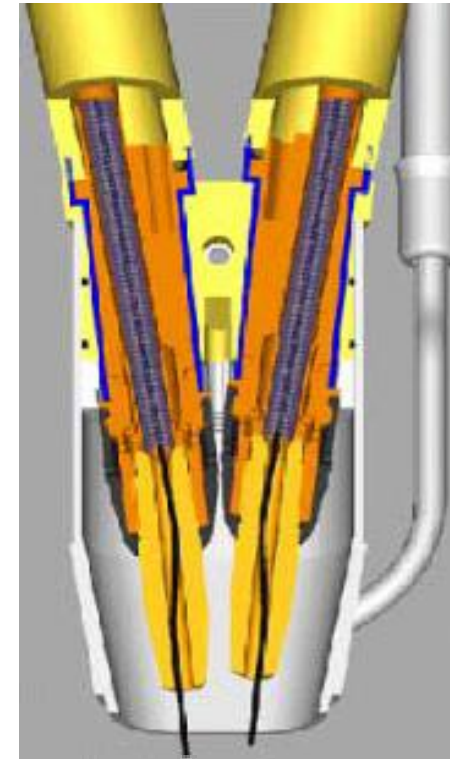
- **TS / TPS 7200 bzw. TS / TPS 9000**
 - MSG-Standard / Puls (TPS)- Hochleistungs-Schweißen
 - MSG-Hochleistungs-Fülldraht-Schweißen
 - MSG-Hochleistungs-Flachdraht-Schweißen

Zweidrahttechnik:

- **Time Twin Digital 4000 / 5000**
 - MSG-Tandem-Standard / Puls-Schweißen
 - MSG-Tandem-Standard-/ Puls-Hochleistungs-Schweißen
 - MIG-Tandem-Löten



Schweißbrenner Robacta Twin:



- **Direktkühlung von Gasdüse und Kontaktrohr**
- **voneinander isolierte Drahtelektroden**

Schweißbrenner Robacta Drive Twin:



- **Gewicht 6.2 kg (inklusive Brennerkörper)**
- **Drahtvorschub bis 22 m/min**



Voraussetzungen:

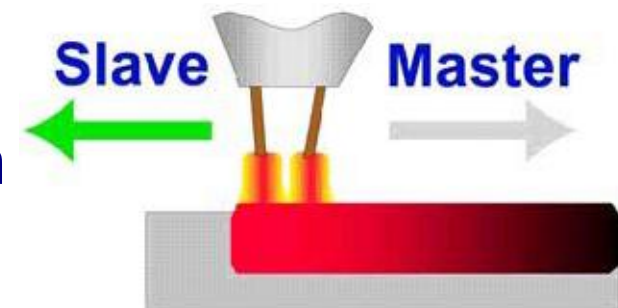
- **exakte Brennerführung**
- **hohe Bahngenauigkeit**
- **präzise Nahtvorbereitung**
- **Nahtführungssysteme**
- **umfangreiche Steuerungsmöglichkeiten:**
höhere Anforderungen an den Bediener



Zusammenfassung TimeTwin Digital (Tandem)

- **Kontrolle über beide Drahtelektroden**
 - Leistung
 - Lichtbogenlänge
- **perfekte Tropfenablösung**
- **stabiler Lichtbogen**
- **wenig Spritzer**
- **hohe Schweißgeschwindigkeit**
- **hohe Abschmelzleistung**

- **beide Schweißrichtungen möglich**
(reduziert Taktzeit)
- **Eindraht-Schweißen möglich**



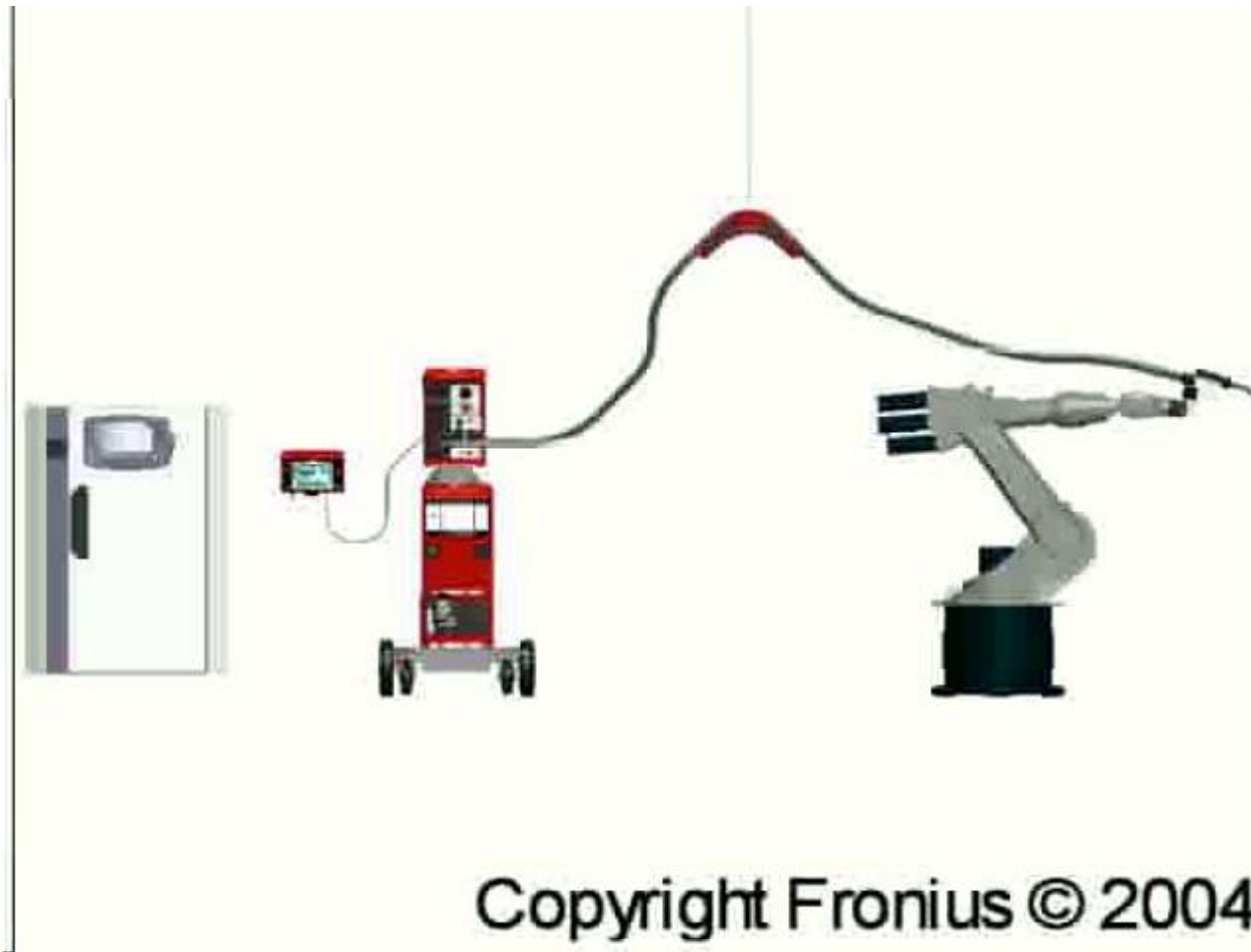
Das neue Schweißverfahren:

CMT

- **CMT** ist Abkürzung für Cold Metal Transfer
- Kurzlichtbogenprozess
mit völlig neuer Methode zur Tropfenablösung
- Werkstoffübergang relativ kalt,
verglichen mit herkömmlichem MSG-Prozess
- nahezu spritzerloses Schweißen



Der CMT-Prozess – eine Revolution in der Fügetechnik:



Die Antriebseinheit – eine innovative Lösung:

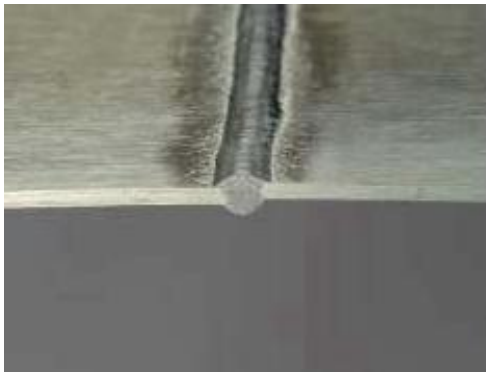


- innovativer Motoraufbau – Motorgehäuse = Brennergehäuse
- geringe Größe und Gewicht durch Leichtbaukonzept (1,6 kg)
- verbesserte Wärmeableitung
- Elektronik in eigener Elektronikbox – Schutzklasse IP23



Revolutionäre Eigenschaften des CMT-Prozesses – das Nahtaussehen:

- praktisch spritzerfreie Schweißnähte durch markante Unterschiede des CMT-Schweißverfahrens gegenüber den bekannten Schweißverfahren
- vereinzelte Spritzer, z.B.: bei extremen Brenneranstellungen möglich

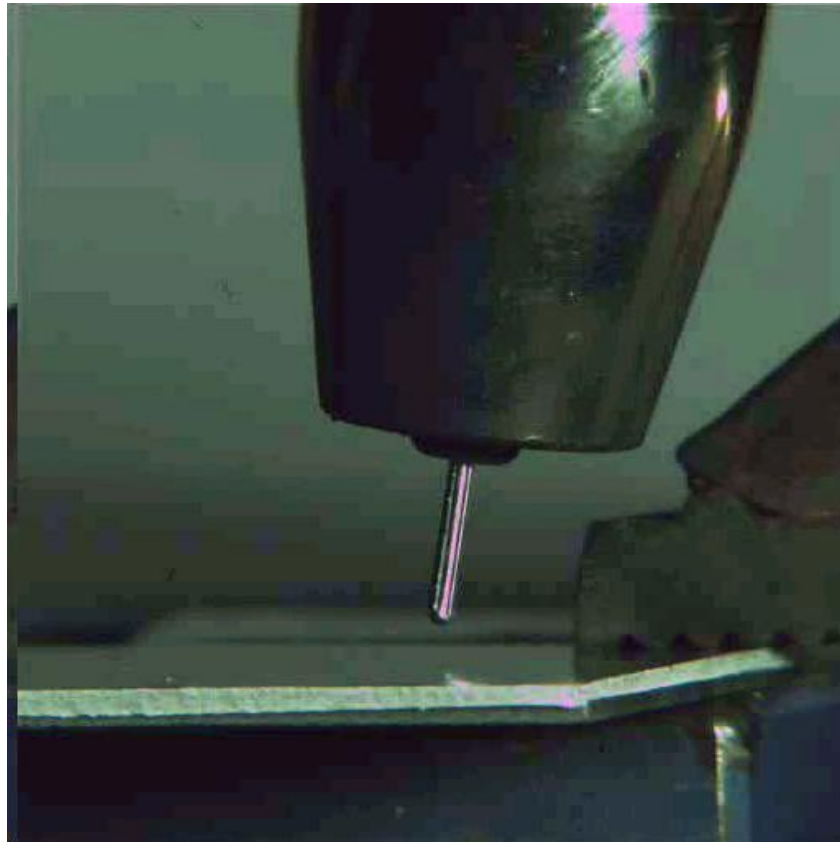


Revolutionäre Eigenschaften des CMT-Schweißverfahrens – die Lichtbogenlänge:

- präzise Lichtbogenlängenregelung:
 - herkömmliches MSG-Schweißen:
Erfassung der Lichtbogenlänge über Spannung
Nachteil: Einfluss der Werkstückoberfläche und Schweißgeschwindigkeit etc. auf Spannung
 - CMT:
mechanische Erfassung und Einstellung der Lichtbogenlänge
Vorteil: Lichtbogenlänge unabhängig von Einflüssen der Werkstückoberfläche und Schweißgeschwindigkeit



Revolutionäre Eigenschaften des **CMT-Schweißverfahrens** – die Lichtbogenlänge:



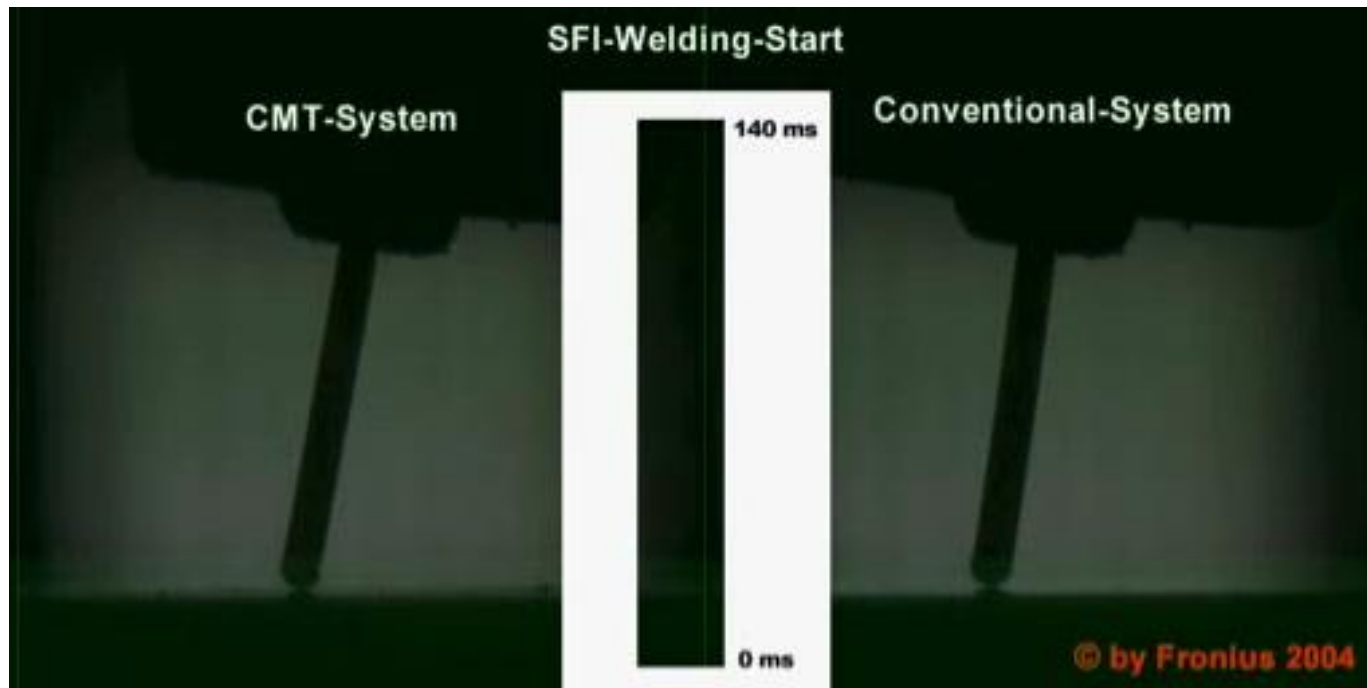
Revolutionäre Eigenschaften des **CMT-Schweißverfahrens** – die Schweißgeschwindigkeit:

- extrem toleranter Schweißprozess mit großem Prozessfenster – z.B. hinsichtlich Schweißgeschwindigkeit



Revolutionäre Eigenschaften des **CMT-Schweißverfahrens** – die Zündung:

- Zündablauf wesentlich schneller wie bisher
- Aufschmelzen des Grundwerkstoffs in sehr kurzer Zeit



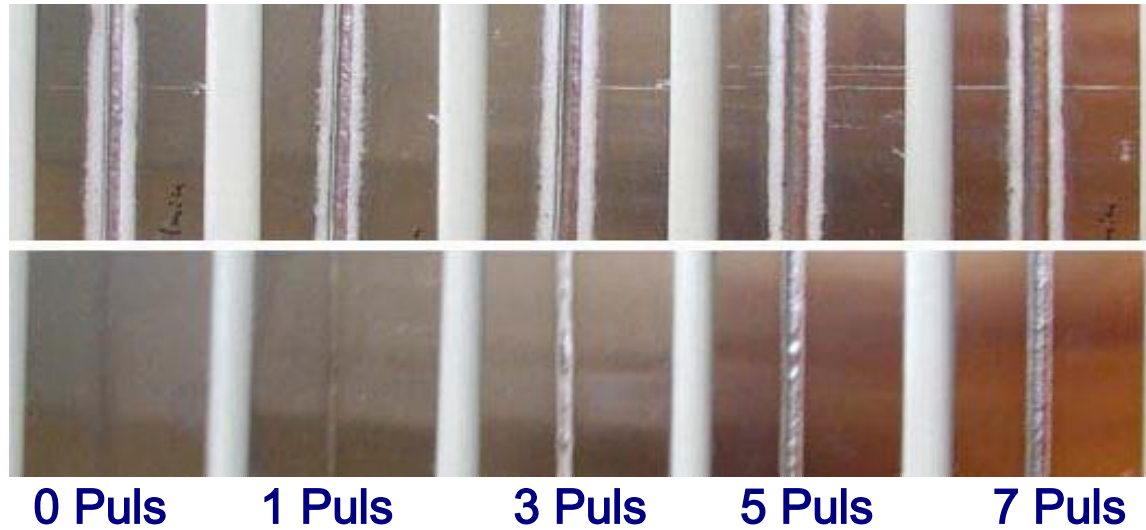
Revolutionäre Eigenschaften **CMT-Schweißverfahrens** – die Kombinationen:

- Kombination CMT-Prozess mit Impulslichtbogen:
zur Beeinflussung der Wärmeeinbringung und
Nahtgeometrie
- wichtig bei der Spaltüber-
brückung bzw. zur Steigerung
der Schweißgeschwindigkeit



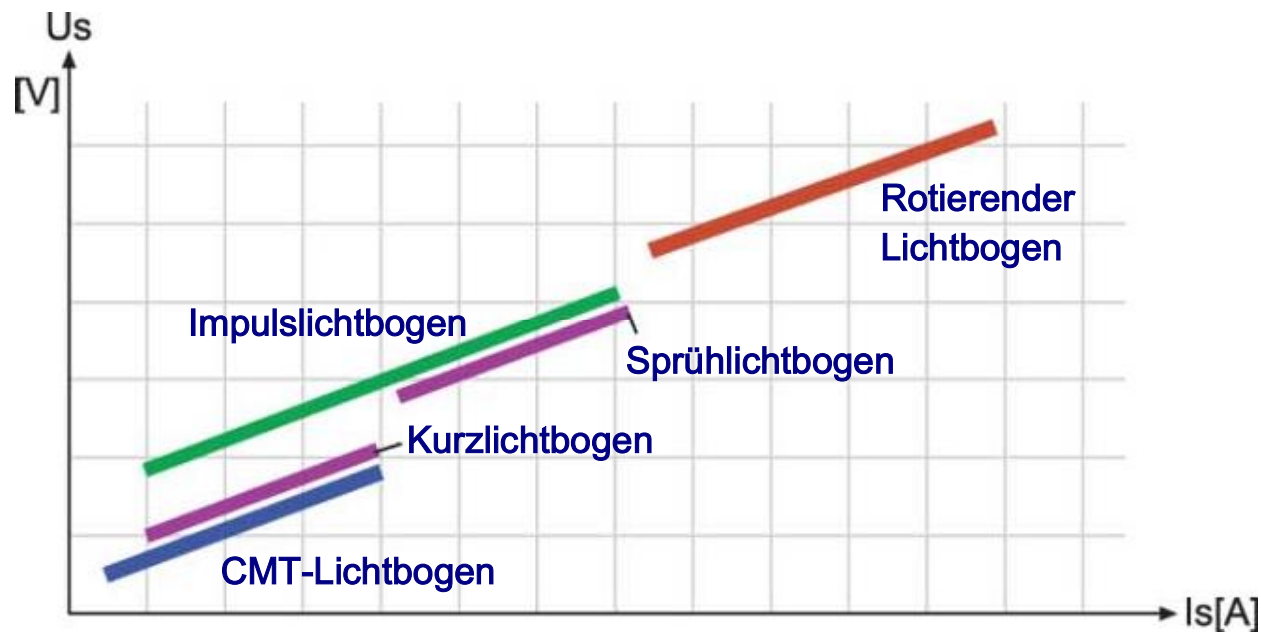
Revolutionäre Eigenschaften des **CMT-Schweißverfahrens** - die Kombinationen:

- Kombination CMT mit Impulslichtbogen:



Revolutionäre Eigenschaften des CMT-Prozesses – die Grenzen:

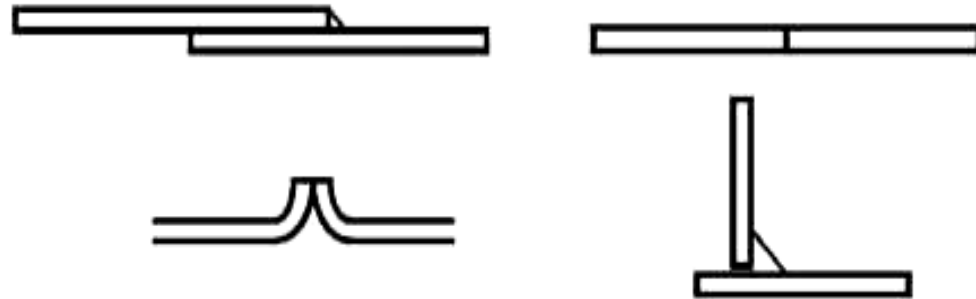
- obere Leistungsgrenze des reinen CMT-Prozesses wird durch Beginn des Übergangslichtbogens bestimmt
- untere Leistungsgrenze des CMT-Prozesses wird durch die erforderliche Nahtausbildung bestimmt



Anwendungen des CMT-Prozesses:

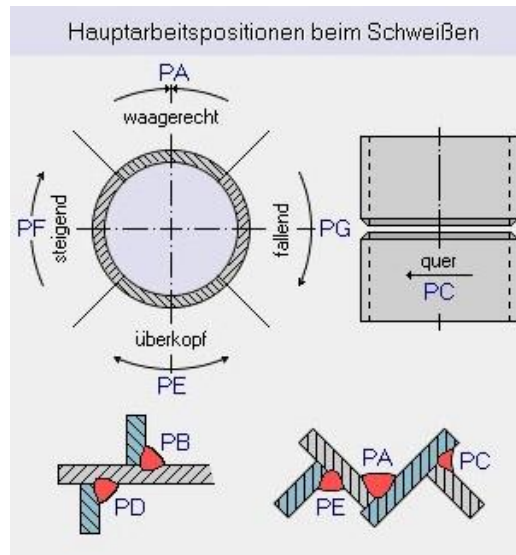
- Nahtarten:

- Überlappnaht
- Stumpfnah
- Bördelnaht
- Kehlnaht

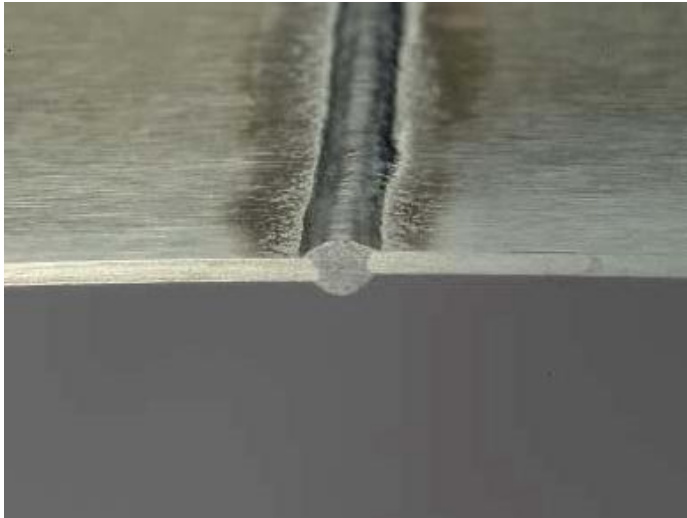


- Positionen:

- PA
- PB
- PC
- PG



Anwendung: Dünnblechschweißen



- Aluminium-Stumpfnah
- Blechdicke: $d=0,8$ mm
- Schweißgeschwindigkeit: 1,50 m/min
- Schweißung ohne Badstütze
- sichere Erfassung der Wurzel ohne Durchfallen der Schweißnaht



schweißt besser



**Gemeinschaftsveranstaltung:
Schweißtechnische Verarbeitung von Aluminiumwerkstoffen**

Klaus-Peter Schmidt

Fachveranstaltung

Schweißen von Aluminium - Anforderung an den Schweißer aus Sicht der Ausbildung

Dipl.-Ing. Carsten Mieke
Schweißtechnische Lehranstalt Magdeburg GmbH



Magdeburger Schweißtechnik GmbH
An der Sülze 6, 39179 Barleben
Tel. 039203-75193 Fax 039203-751940

Linde AG
Fronius Deutschland GmbH
SLM Magdeburg



Schweißtechnische Lehranstalt Magdeburg

Gemeinnützige GmbH
Zertifiziert nach DIN EN ISO 9001:2000

Veranstaltung:

Schweißtechnische Gemeinschaftsveranstaltung

Zeit:

09. November 2004

Ort:

**Schweißtechnische Lehranstalt Magdeburg GmbH
An der Sülze 7
39179 Barleben**

Thema:

**Schweißen von Aluminium
Anforderung an den Schweißer aus Sicht der
Ausbildung**

Vortragender:

**Dipl.-Ing. Carsten Mieke
Schweißtechnische Lehranstalt Magdeburg GmbH**



Schweißtechnische Lehranstalt Magdeburg

Gemeinnützige GmbH
Zertifiziert nach DIN EN ISO 9001:2000

Inhalt:

- 1. Ausbildungszahlen Aluminiumschweißen 2003**

- 2. Charakteristik der DVS-Schweißausbildung
Prozess 131 MIG-AI DVS[®]-EWF 1133**

- 3. Charakteristik der DVS-Schweißerausbildung
Prozess 141 WIG-AI DVS[®]-EWF 1132**



Schweißtechnische Lehranstalt Magdeburg

Gemeinnützige GmbH
Zertifiziert nach DIN EN ISO 9001:2000

Fakten:

1. Ausbildungszahlen Aluminiumschweißen 2003

Ausbildung und Schulung gesamt: 32400 h

1.1 MIG-Al-Ausbildung nach DVS[®]-EWF 1133

20 Lehrgangsteilnehmer: 4800 h

1.2 MIG-Al-Schulung mit Prüfung nach EN 287-2

30 Teilnehmer: 720 h

1.3 WIG-Al-Ausbildung nach DVS[®]-EWF 1132

55 Lehrgangsteilnehmer: 26400 h

1.4 WIG-Al-Schulung mit Prüfung nach EN 287-2

20 Teilnehmer: 480 h



Schweißtechnische Lehranstalt Magdeburg

Gemeinnützige GmbH
Zertifiziert nach DIN EN ISO 9001:2000

2. Charakteristik der DVS-Schweißerausbildung Prozess 131 MIG-Al DVS®-EWF 1133

Werkstoffe:

2.1 Verwendete Grundwerkstoffe und Zusatzwerkstoffe

	Grundwerkstoff		Zusatzwerkstoff	
W 21	Al 99,5	(3.0255)	SG-Al 99,5	(3.0259)
W 22	Al Mg 4,5 Mn	(3.3547)	SG-Al Mg 4,5 MnZr	(3.3546)
W 23	Al Mg Si 1	(3.2315)	SG-Al Mg 4,5 MnZr	(3.3546)

Drahtdurchmesser: 1,2 mm

Blechdicken: 2 mm bis 15 mm

Rohre: Durchmesser 159 x 10 mm
für Rohrkehlnaht

Beachte: Geltungsbereich nach EN 287-2



Schweißtechnische Lehranstalt Magdeburg

Gemeinnützige GmbH
Zertifiziert nach DIN EN ISO 9001:2000

2.2 Schutzgas

Ar 4.6 99,996 Vol % Ar EN 439

- **Helium-Ar-Gemische auf Anfrage**

2.3 Gerätetechnik

MIG-Inverter mit Impulstechnik

**Ausbildung: 1. Standardprogramm
 2. Impulsprogramm**


2.4 Ausbildungsstufen

DVS-EWF-Lehrgang Metall-Schutzgas-Schweißen

Tabelle 1 DVS®-EWF-Lehrgang Metall-Schutzgasschweißen - Ausbildungsstufen

DVS®-EWF – MSG 6

Rohr – Stumpfnah/Kehlnaht
D: > 100 mm; t: 5 ... 13 mm




Übung:	65 Std.
Fachkunde:	10 Std.
Prüfung:	5 Std.
Gesamt:	80 Std.

DVS®-EWF-Rohrschweißerprüfung

DVS®-EWF – MSG 5

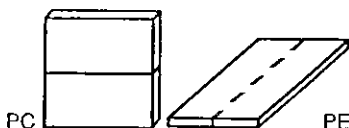
Rohr – Stumpfnah
D: > 50 mm; t: 4 ... 13 mm



Übung:	65 Std.
Fachkunde:	10 Std.
Test:	5 Std.
Gesamt:	80 Std.

DVS®-EWF – MSG 4

Blech – Stumpfnah
t: 5 ... 13 mm

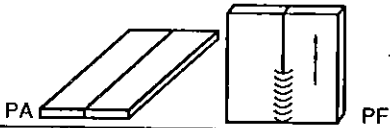


Übung:	22 Std.
Fachkunde:	12 Std.
Prüfung:	6 Std.
Gesamt:	40 Std.

DVS®-EWF-Blechsweißerprüfung

DVS®-EWF – MSG 3

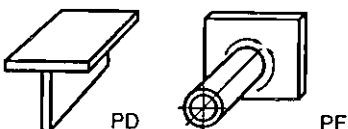
Blech – Stumpfnah
t: 1 ... 13 mm



Übung:	62 Std.
Fachkunde:	10 Std.
Test:	8 Std.
Gesamt:	80 Std.

DVS®-EWF – MSG 2

Rohr – Kehlnah
D: > 50 mm; t: 4 ... 13 mm

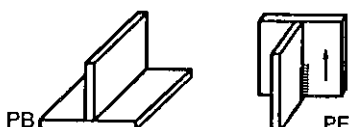


Übung:	27 Std.
Fachkunde:	8 Std.
Prüfung:	5 Std.
Gesamt:	40 Std.

DVS®-EWF-Kehlnahtschweißerprüfung

DVS®-EWF – MSG 1

Blech – Kehlnah
t: 1 ... 13 mm



Übung:	64 Std.
Fachkunde:	8 Std.
Test:	8 Std.
Gesamt:	80 Std.

Unterweisungs- und Prüfungsstunden umfassen 50 Minuten

2.5 Anforderungen und Probleme

- **kaum höhere Anforderungen als bei der Ausbildung im MAG St- bzw. MAG CrNi-Schweißen**
- **Ausbildungsziel ist durch die Firmen nicht genau definiert**
- **Speziell geforderte Arbeitstechniken sind vorher nicht bekannt (z. B. Steppschweißen)**
- **Teilnehmer schweißt bereits Aluminium-Werkstoffe, besitzt aber keine Ausbildung**
- **Schwierigkeiten meist beim Schweißen der Wurzellage bei Stumpfnähten**
- **Ausbildung für das MIG-Al-Schweißen von Stumpfnähten an Rohren erfolgt selten**



Schweißtechnische Lehranstalt Magdeburg

Gemeinnützige GmbH
Zertifiziert nach DIN EN ISO 9001:2000

3. Charakteristik der DVS-Schweißerausbildung Prozess 141 WIG-AI DVS®-EWF 1132

Werkstoffe:

3.1 Verwendete Grundwerkstoffe und Zusatzwerkstoffe

	Grundwerkstoff		Zusatzwerkstoff	
W 21	Al 99,5	(3.0255)	SG-Al 99,5	(3.0259)
W 22	Al Mg 5	(3.3555)	SG-Al Mg 4,5 MnZr	(3.3546)
W 23	Al Mg Si 1	(3.2315)	SG-Al Mg 4,5 MnZr	(3.3546)

Drahtdurchmesser: 1,6 mm bis 3,2 mm

Blechdicken: 2 mm bis 4 mm

Rohre:
Durchmesser 35 x 3 mm
Durchmesser 90 x 5 mm
Durchmesser 159 x 3 mm



Schweißtechnische Lehranstalt Magdeburg

Gemeinnützige GmbH
Zertifiziert nach DIN EN ISO 9001:2000

3.2 Schutzgas

Ar 4.6 99,996 Vol % Ar EN 439

3.3 Gerätetechnik

Invertergeräte: AC/DC wassergekühlt

- **in der Ausbildung vorwiegend ohne Pulsen**

WIG-Elektroden: Durchmesser 2,4 bis 3,2 mm

rein Wolfram ohne Zusätze – Kennfarbe grün


3.4 Ausbildungsstufen

**DVS-EWF-Lehrgang
Wolfram-Schutzgas-Schweißen**

Tabelle 1 DVS®-EWF-Lehrgang Wolfram-Schutzgasschweißen - Ausbildungsstufen

DVS®-EWF – WIG 6

Wanddicke: ≤ 5 mm
Rohrdurchmesser: ≥ 80 mm



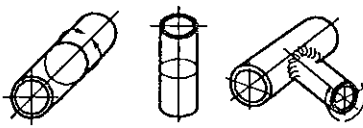
H-L045

Übungen:	66 Std.
Fachkunde:	10 Std.
Prüfung:	4 Std.
Total:	80 Std.

DVS®-EWF-
Rohrschweißerprüfung
DVS®-EWF WIG 6
Schweißerzeugnis

DVS®-EWF – WIG 5

Wanddicke: ≤ 6 mm
Rohrdurchmesser: ≥ 80 mm



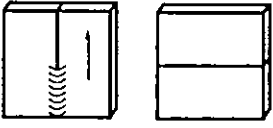
PF PC

Übungen:	142 Std.
Fachkunde:	10 Std.
Prüfung:	4 Std.
Total:	160 Std.

DVS®-EWF WIG 5
Schweißerzeugnis

DVS®-EWF – WIG 4

Blechdicke: ≥ 6 mm



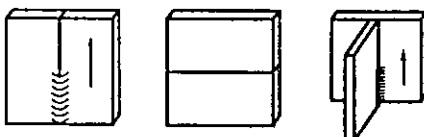
PF PC

Übungen:	60 Std.
Fachkunde:	12 Std.
Prüfung:	8 Std.
Total:	80 Std.

DVS®-EWF-
Blechschiweißerprüfung
DVS®-EWF WIG 4
Schweißerzeugnis

DVS®-EWF – WIG 3

Blechdicke: ≥ 6 mm



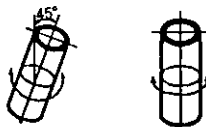
PF PC PF

Übungen:	62 Std.
Fachkunde:	10 Std.
Prüfung:	8 Std.
Total:	80 Std.

DVS®-EWF-
Kehlnahtschweißerprüfung
DVS®-EWF WIG 4
Schweißerzeugnis

DVS®-EWF – WIG 2

Wanddicke: < 3 mm
Rohrdurchmesser: > 100 mm



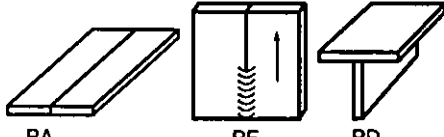
H-L045 PC

Übungen:	64 Std.
Fachkunde:	8 Std.
Prüfung:	8 Std.
Total:	80 Std.

DVS®-EWF-
Rohrschweißerprüfung -f-
DVS®-EWF WIG 2
Schweißerzeugnis

DVS®-EWF – WIG 1

Blechdicke: < 3 mm



PA PF PD

Übungen:	64 Std.
Fachkunde:	8 Std.
Prüfung:	8 Std.
Total:	80 Std.

DVS®-EWF WIG 1
Schweißerzeugnis

3.5 Anforderungen und Probleme

- **kaum höhere Anforderungen als bei der Ausbildung im MAG St- bzw. MAG CrNi-Schweißen**
- **Ausbildungsziel ist durch die Firmen nicht genau definiert**
- **Teilnehmer schweißt bereits Aluminium-Werkstoffe, besitzt aber keine Ausbildung**
- **Schwierigkeiten meist beim Schweißen der Kehlnaht – Wurzelpunkt wird nicht erfasst**
- **wenn möglich die 2. Ausbildungsstufe überspringen und dünnwandige Rohre erst nach Stufe 4 beginnen**
- **Porenbildung – saubere Arbeitsweise erforderlich**