



# Schweißen im Metalab

Teil 1 - Theorie

# Was ist Schweißen?

Gemäß EN 14610 und DIN 1910-100:

„das unlösbare Verbinden von Bauteilen unter Anwendung von Wärme und/oder Druck, mit oder ohne Schweißzusatzwerkstoffe“

# Was ist Schweißen?

Unterschied zum Löten:

Löten fügt Werkstoffe durch eine Verbindung mit einem Lot an der Oberfläche (Diffusionszone). Das Grundmaterial wird nicht angeschmolzen.

# Was kann ich Schweißen?

## Metalle!

- Aber nicht alle
- Nicht alle Kombinationen

## Genauer:

- Stahl
- Edelstahl
- Aluminium

## Was geht nicht:

- Nicht metallische Werkstoffe
- Reaktive Werkstoffe
- Kohlenstoffstähle ( $C > 0,3\%$ )
- Im Zweifelsfall: recherchieren!

# Was braucht es beim Schweißen?

Wärmequelle → Schmelze

Schutzgas schützt geschmolzenes Metall vor Oxidation

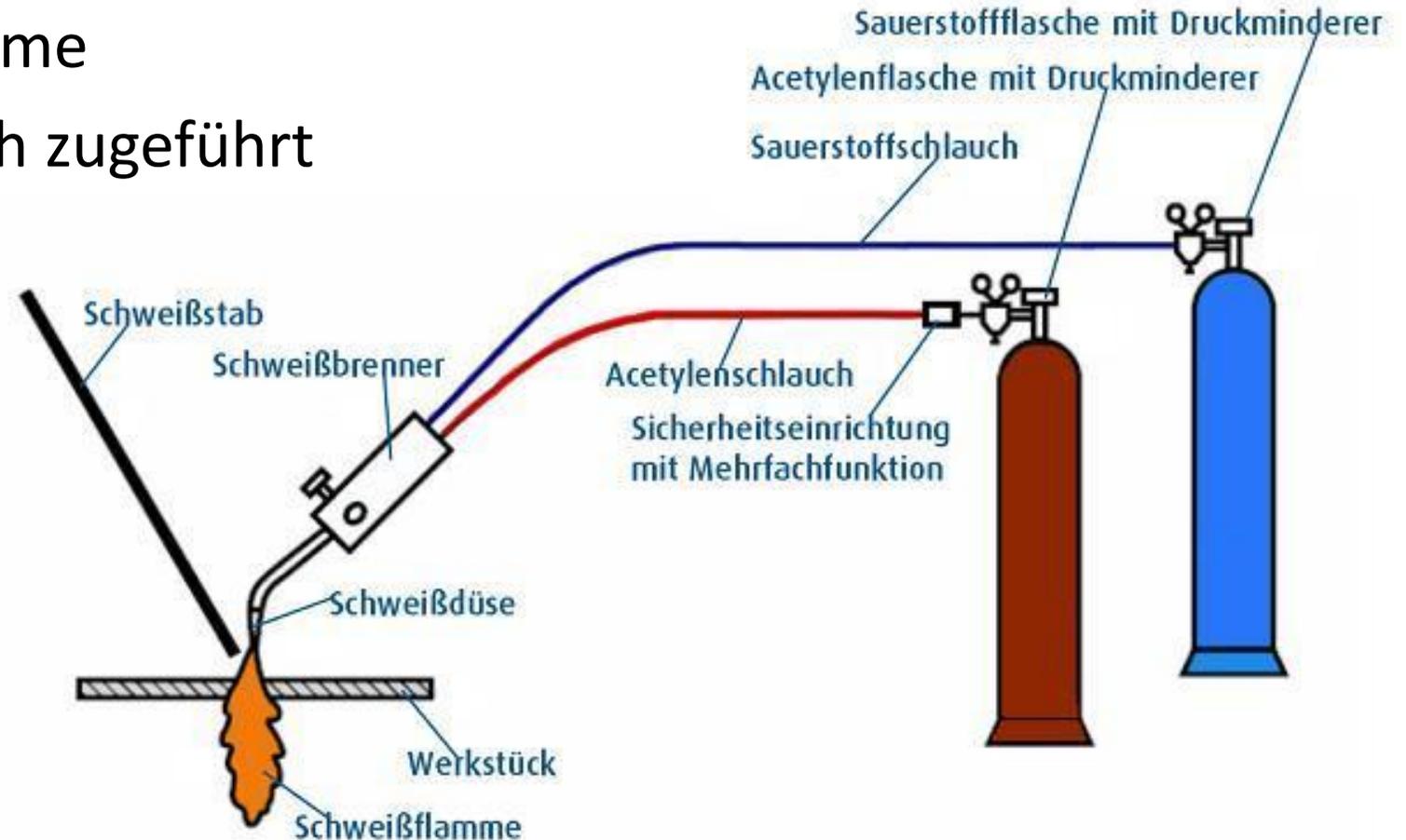
Zusatzmaterial geht in die Schmelze

# Schweißverfahren

- Gasschmelzschweißen (Acetylen)
- E-Hand / MMA / „Elektrode“
- MIG/MAG
- WIG

# Autogenschweißen

- Acetylen-Sauerstoff-Flamme
- Schweißdraht wird seitlich zugeführt
- Für Stahl geeignet
- Eigentlich veraltet



# Autogenschweißen

- Acetylen-Sauerstoff-Flamme
- Schweißdraht wird seitlich zugeführt
- Für Stahl geeignet
- Eigentlich veraltet



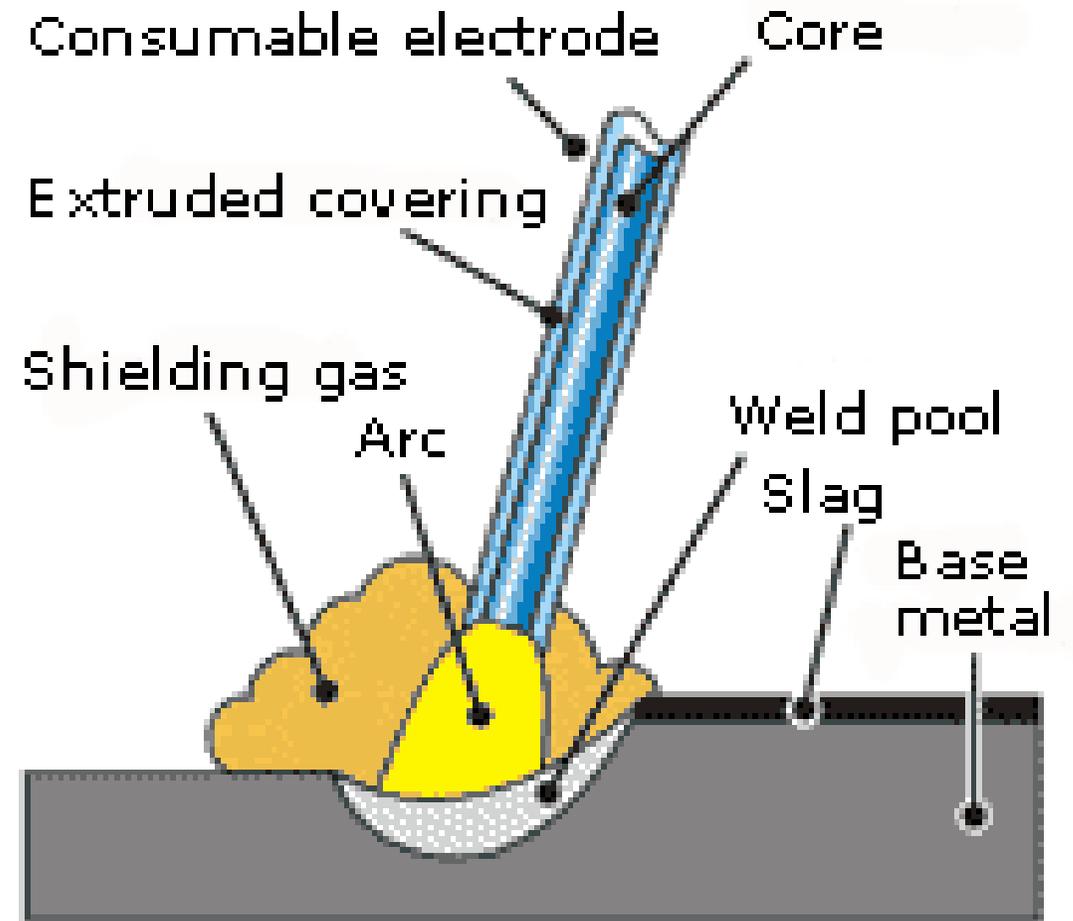
# E-Hand, Manual Metal Arc (MMA)

- Relativ anspruchslos und günstig
- Kein Gas
- Einfacher „Trafo“ reicht
- Ummantelte Elektrode
- Schlacke um Schweißnaht verhindert oxidieren und abkühlen
- Nur für Stahl geeignet
- Schlecht bei dünnem Material
- Geht auch im Metalab!



# E-Hand, Manual Metal Arc (MMA)

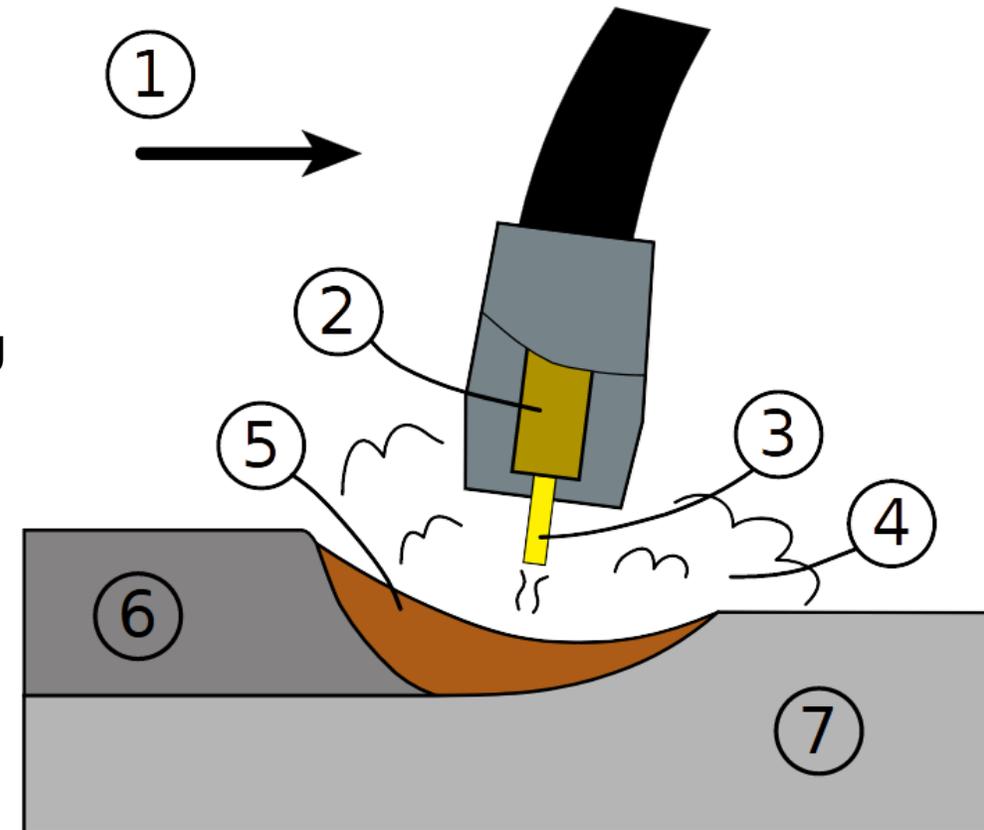
- Relativ anspruchslos und günstig
- Kein Gas
- Einfacher „Trafo“ reicht
- Ummantelte Elektrode
- Schlacke um Schweißnaht verhindert oxidieren und abkühlen
- Nur für Stahl geeignet
- Schlecht bei dünnem Material
- Geht auch im Metalab!



# Metall-Innertgas (MIG) / Metall-Aktivgas (MAG)

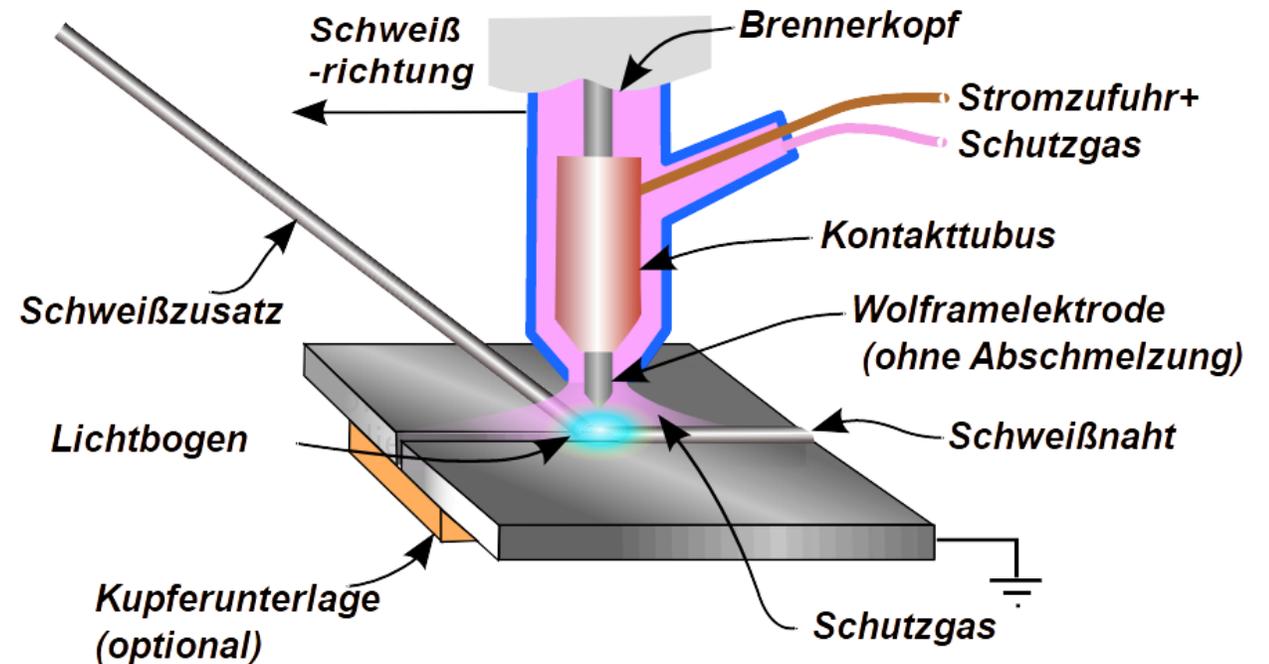
- Schutzgasschweißen oder „Heißkleber des Schweißens“
- Schweißdraht ist die Elektrode
  - Verdampft
  - Wird nachgeführt
- Gas schützt vor Oxidation
- Für Stahl und Aluminium
- Schnell, aber nicht so präzise

- 1 Vorschubrichtung
- 2 Kontakthülse
- 3 Schweißdraht
- 4 Schutzgas
- 5 Schmelzgut
- 6 Schweißbraupe
- 7 Grundmaterial



# Wolfram-InnertGas (WIG)

- Wolframelektrode erzeugt den Lichtbogen
- Schweißdraht wird seitlich manuell zugeführt
- Gas schützt vor Oxidation
- Geeignet für Stahl (DC) und Aluminium (AC)
- Sehr präzises, sauberes Verfahren, aber langsam



# WIG - Technik

- Werkstückvorbereitung und -fixierung
- Auswahl der Nadel und Gasdüse
- Handhaltung und -führung
- Nadelschliff

# WIG – Technik: Werkstückvorbereitung

- Schweißnaht muss sauber sein
  - Kein Rost
  - Kein Schmutz
  - trocken
- Bei dickem Material:  
Grundmaterialvorbereitung
- Teile zueinander fixieren

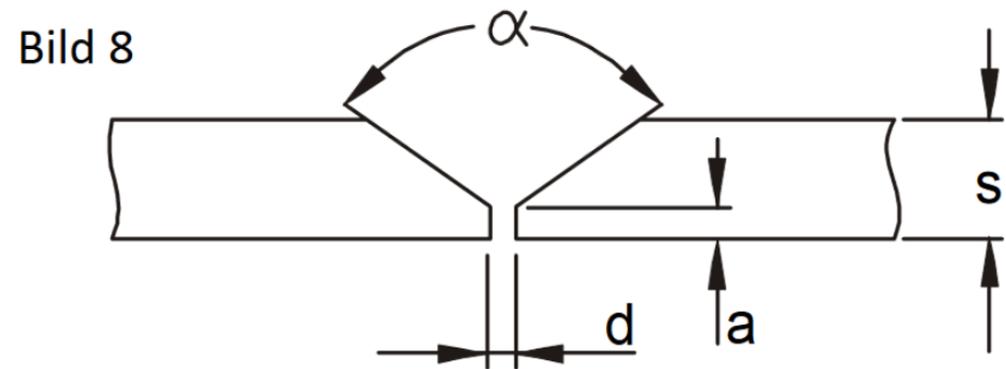


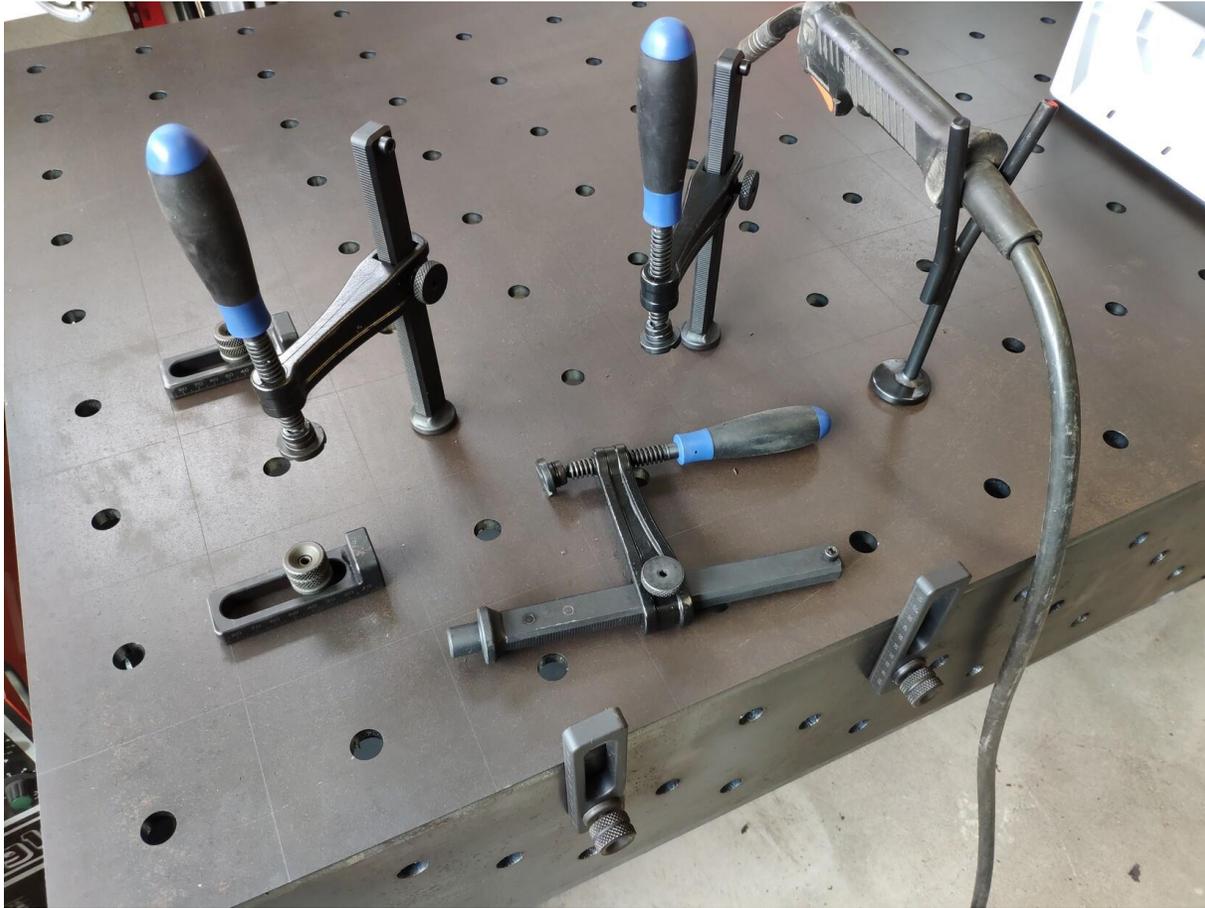
Tabelle 10

s (mm)	a (mm)	d (mm)	$\alpha$ (°)
0-3	0	0	0
3	0	0,5 (max)	0
4-6	1-1,5	1-2	60

# WIG – Technik: Werkstückfixierung

- Abkühlende Schweißnähte verursachen Spannungen
- Werkstücke sollten fixiert werden
  - Klemmen, Zwingen
  - Magnete
  - etc.

# WIG – Technik: Werkstückfixierung



How it should be



How it is

# WIG – Technik: Nadel- und Düsenauswahl

- Schweißnahtgröße / Materialdicke
- Durchmesser der Nadel (Elektrode)
- Durchmesser der Gasdüse
- Gasdurchfluss, ist aber abhängig von Lage

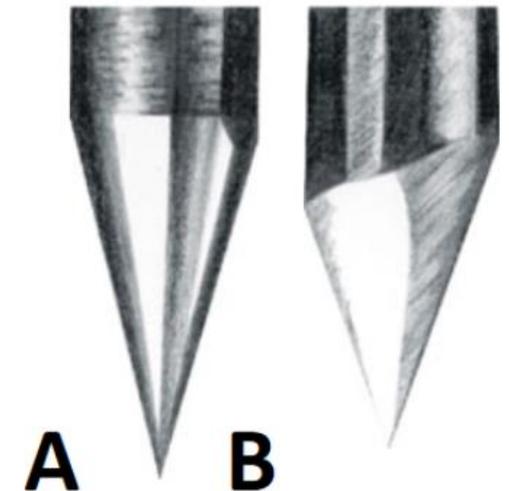
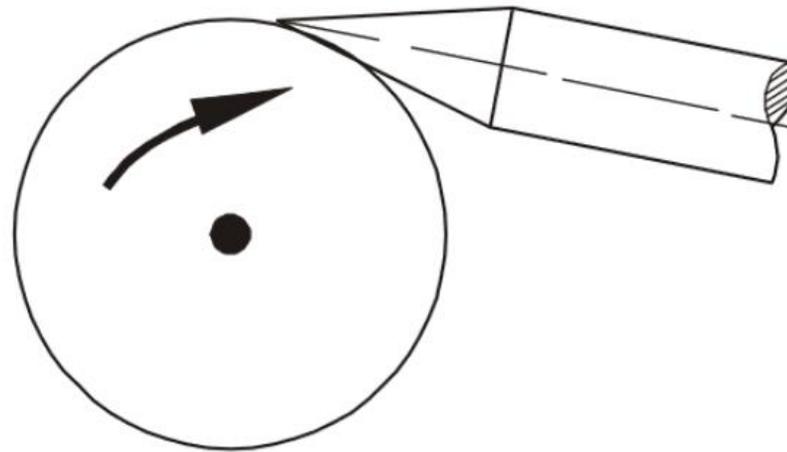
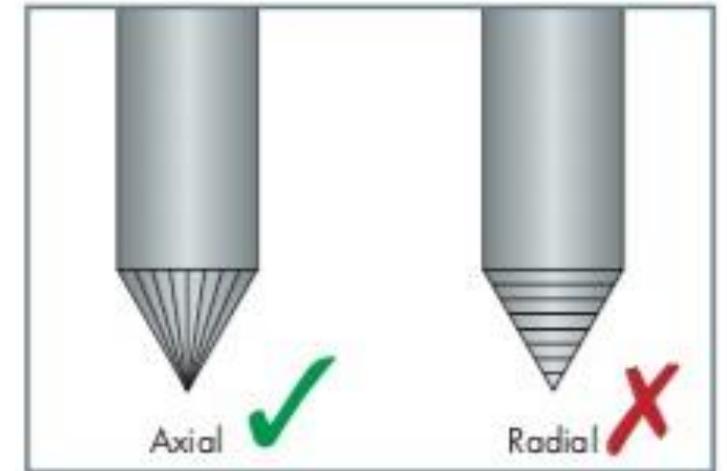
# WIG – Technik: Nadel- und Düsenauswahl

Durchmesser der Elektrode (mm)	Schweißstrom (A)
1,0	15-75
1,6	60-150
2,4	130-240

Schweißstrom (A)	Durchmesser der Elektrode	Schweißdüse		Gasdurchfluß l/min
		n°	Ø mm	
6-70	1,0 mm	4/5	6/8,0	5-6
60-140	1,6 mm	4/5/6	6,5/8,0/9,5	6-7
120-240	2,4 mm	6/7	9,5/11,0	7-8

# WIG – Technik: Nadelschliff

- Schleifen mit Schleifbock
- Spitze entgegen der Drehrichtung
- Drehen beim Schleifen (z.B. mit Akkuschauber)
- Je weniger Riefen, desto besser



# WIG – Technik: Nadelschliff

- Spitzenwinkel abhängig von Schweißstrom / Schmelzbadgröße

Bild 6

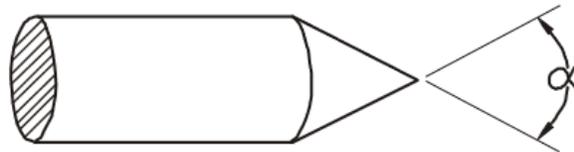
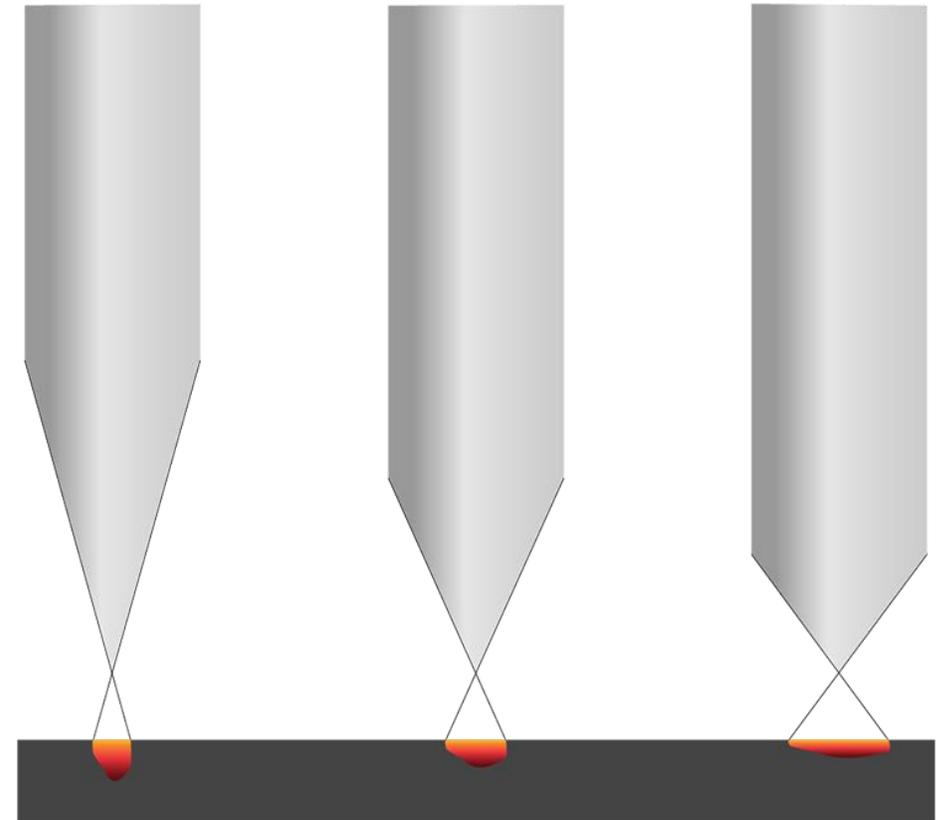
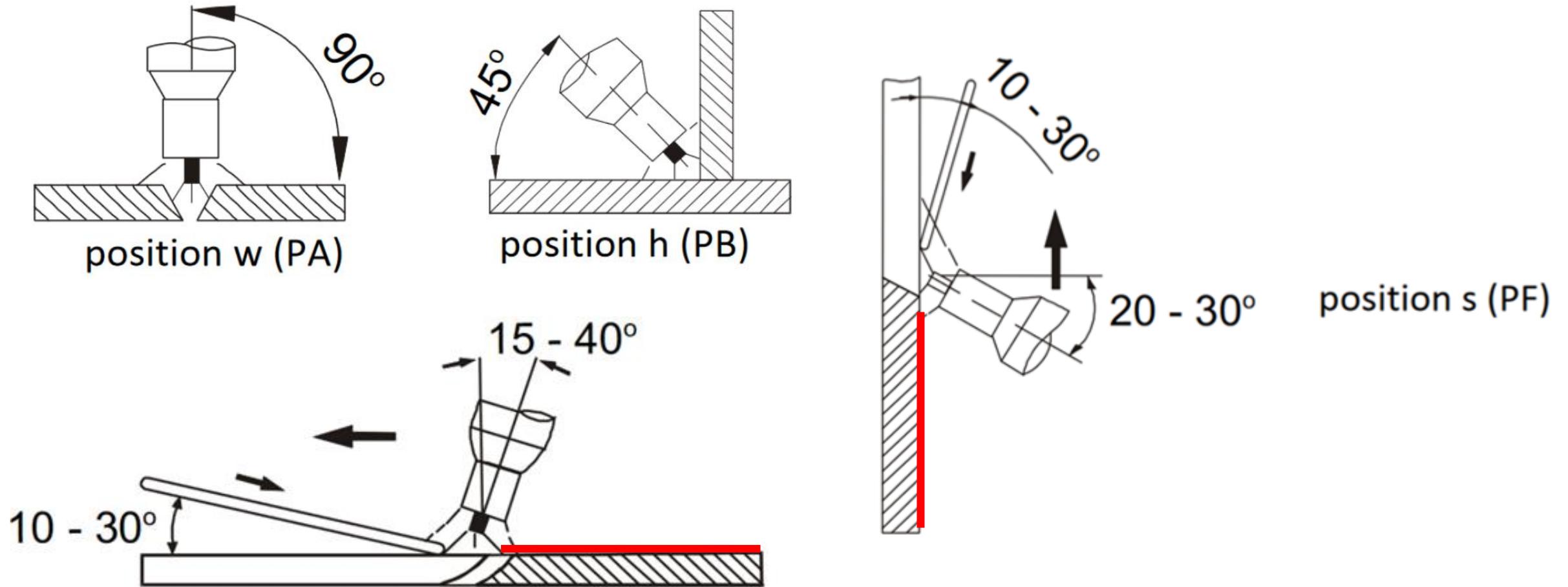


Tabelle 8

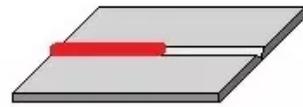
$\alpha$ (°)	Schweißstrom (A)
30	0-30
60-90	30-120
90-120	120-250



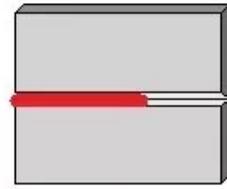
# WIG – Technik: Handhaltung, Drahtführung



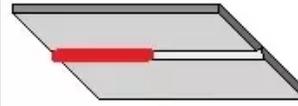
Stumpfnähte Blech



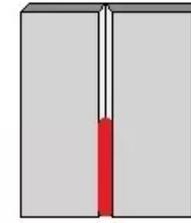
PA



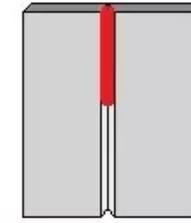
PC



PE

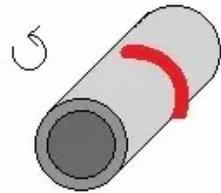


PF



PG

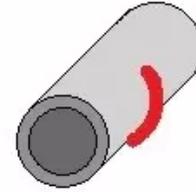
Stumpfnähte Rohr



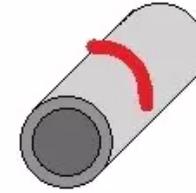
PA



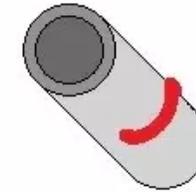
PC



PH

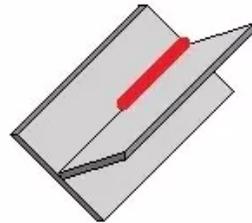


PJ

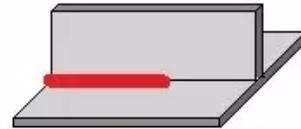


H-L045

Kehlnähte Blech



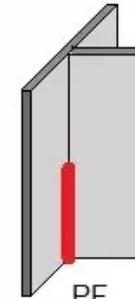
PA



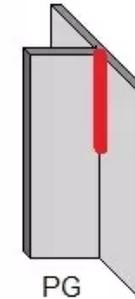
PB



PD

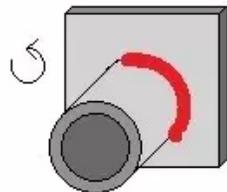


PF

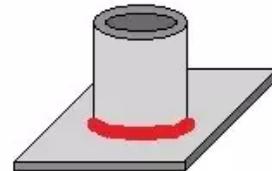


PG

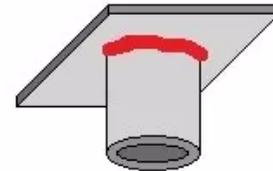
Kehlnähte Rohr



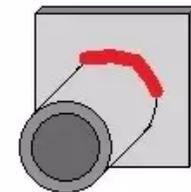
PB



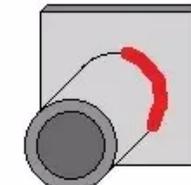
PB



PD

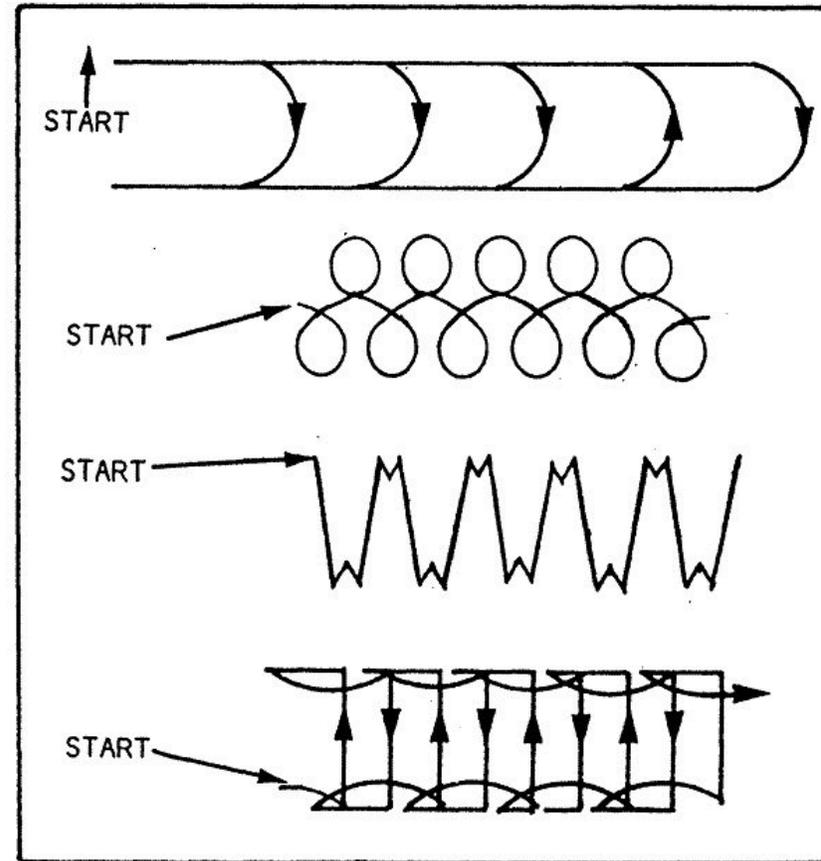
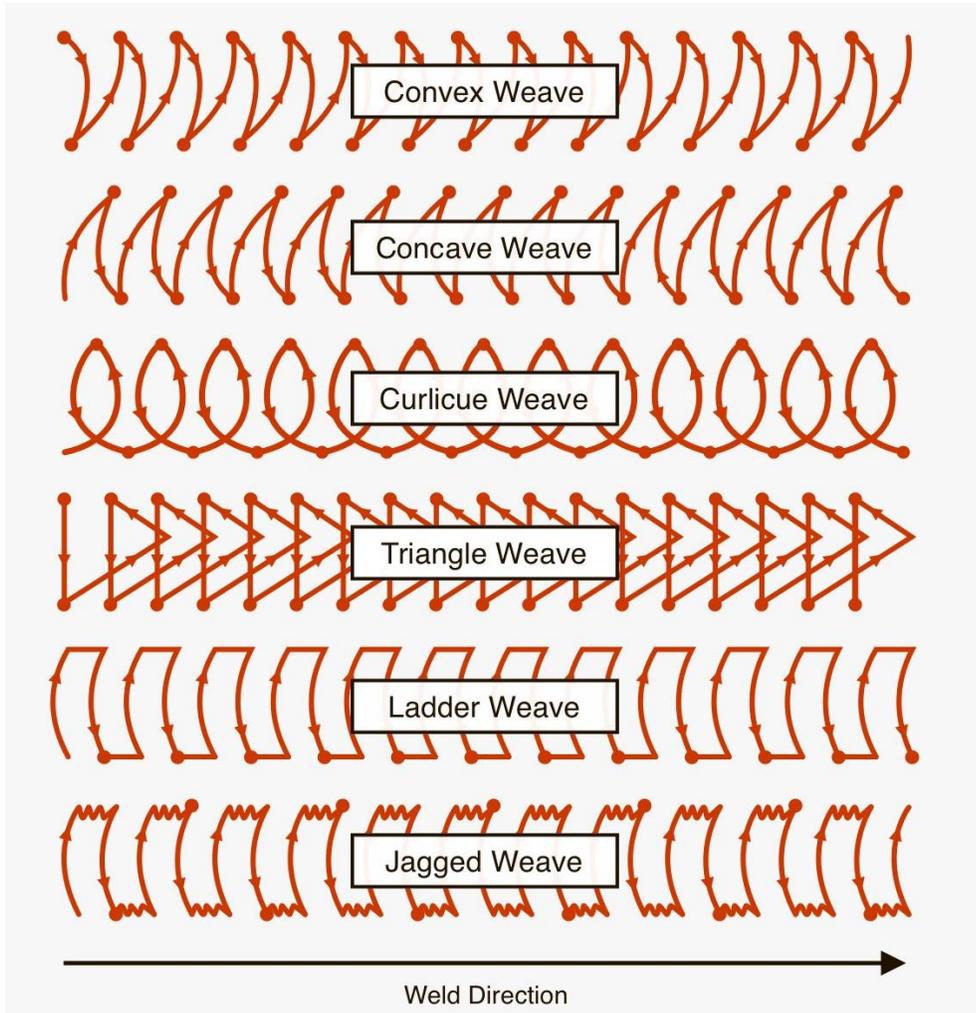


PH

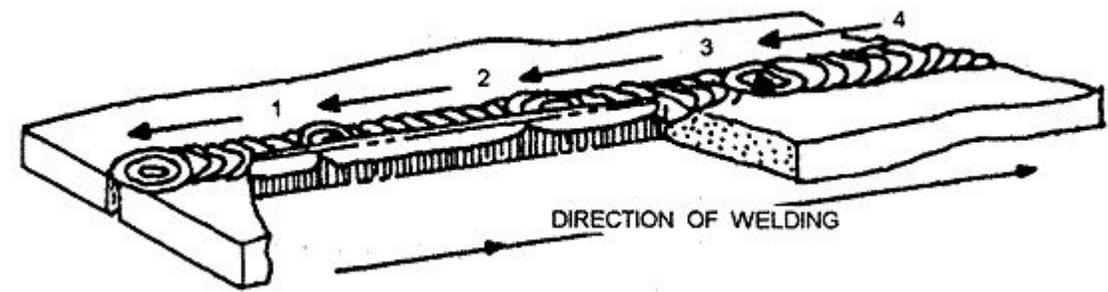
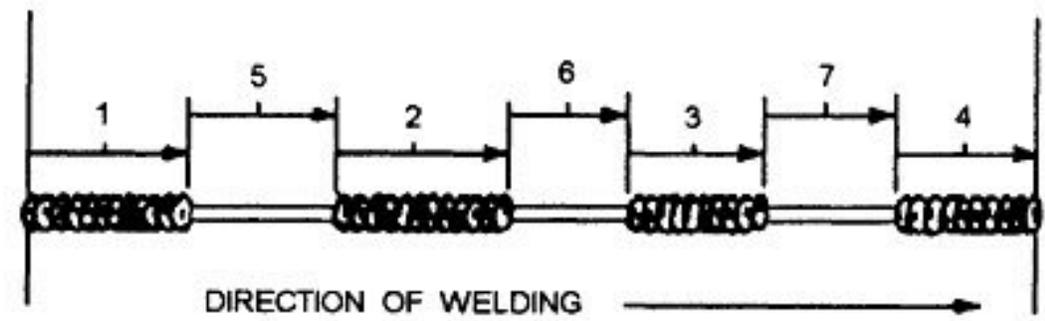
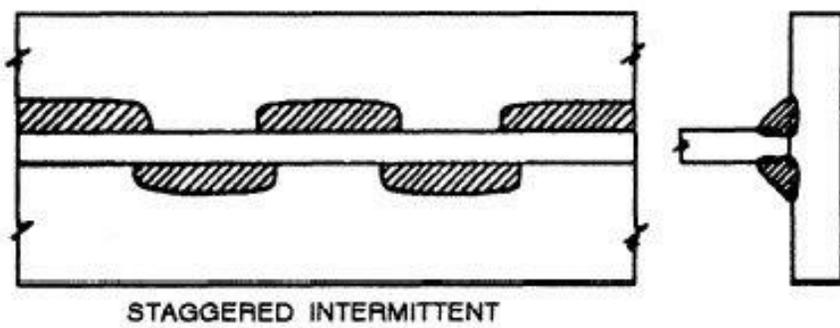
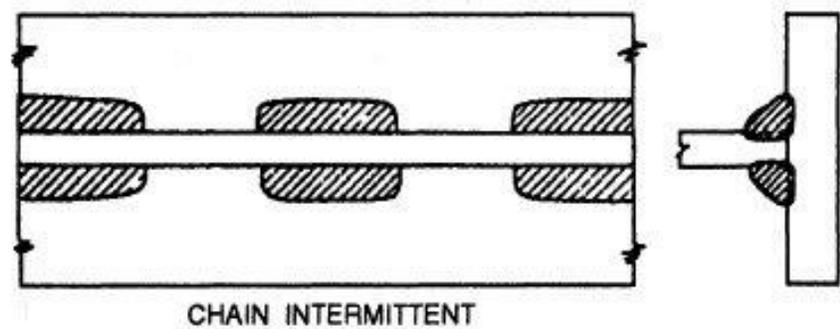


PJ

# WIG – Technik: Schweißstrategie



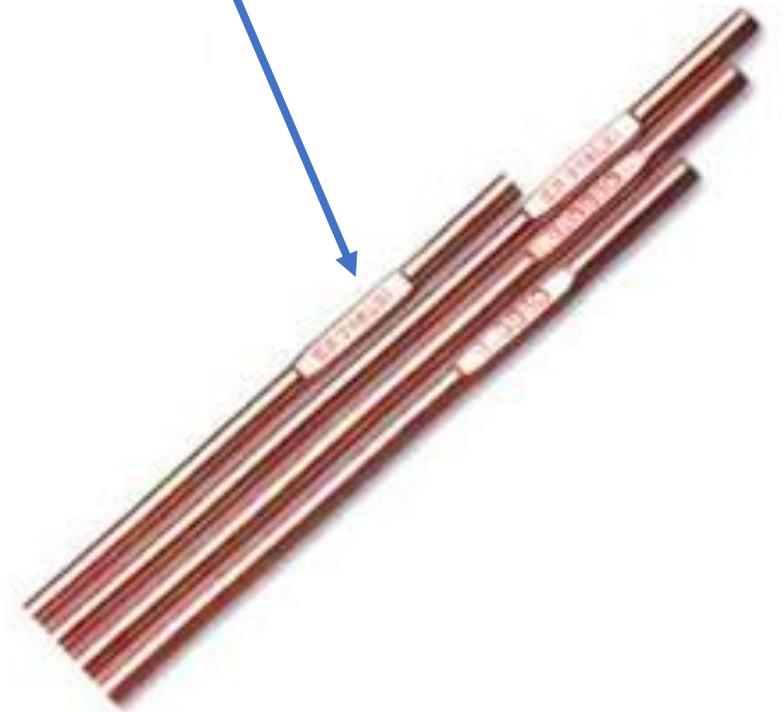
# WIG – Technik: Schweißstrategie



# WIG – Technik: Zusatzwerkstoff

- Unterschiedliche Zusatzwerkstoffe je nach Basismaterial / Werkstück
  - Angaben des Herstellers beachten!
- Dicke abhängig von Schweißnahtgröße
- Für nicht belastete Teile: Draht aus dem Baumarkt gut genug

Prägung am Draht  
beschreibt Legierung



# WIG – Technik: Zusatzwerkstoff

Für Stahl (Baustahl, niedrig legierte Stähle):

- SG2 / WSG2 / G3Si1

Für „Edelstahl“ (Rostfreien Stahl):

- E316L
- 1.4316 / 19 9LSi / 308LSI

- Beispiel für Datenblatt:

**Grundwerkstoffe:**

S185-E360 ; S235JR - S355JR ; S235J0-S355J0 ; S235J2 - S355J2

S275N - S420N ; S275NL - S420NL ; S275M - S420M ; S275ML - S420ML

P275N - P355N ; P275NL1 - P355NL1 ; P275NL2 - P355NL2

P355M - P420M ; P355ML2 - P420ML2 ; P355Q ; P355QL1

# Gefahren beim Schweißen

- Intensive UV-Strahlung
- Hitze
  - geschmolzenes Metall
  - Dämpfe
- Hohe elektrische Ströme, starke elektromagnetische Felder
- Bei elektronischen Implantaten: Ärzte fragen!



# Gefahren beim Schweißen

- Intensive UV-Strahlung
- Hitze
  - geschmolzenes Metall
  - Dämpfe
- Hohe elektrische Ströme, starke elektromagnetische Felder
- Bei elektronischen Implantaten: Ärzte fragen!



# Arbeitssicherheit beim Schweißen

- Schweißhelm und Kappe schützen Augen und Nacken



<https://www.amazon.de/dp/B07JL8HRYT>

<https://www.amazon.de/schwei%C3%9Fhaube/s?k=schwei%C3%9Fhaube>

# Arbeitssicherheit beim Schweißen

## Lederhandschuhe

- Weisen Hitze zu einem gewissen Grad ab
- Schützen Hände vor intensivem Licht
- Wichtig:  
Weiches Leder für viel Feingefühl



# Arbeitssicherheit beim Schweißen

Langärmelige, dunkle Kleidung

- keine Synthetik, Brandgefahr!
- Baumwolle

Alternativ: Schweißschürzen  
aus Leder



# Arbeitssicherheit beim Schweißen

## Geschlossene Arbeitsschuhe

- Halten Spritzer von den Füßen fern
- Ideal: Schutzklasse S3



# Schweißen im Metalab – Bergin 1700 HF

- Verfügbare Schweißtechniken
- Technische Daten
- Einstellungen – Bedienfeld
- Zubehör
  - Handstücke
  - Gasdüsen
  - Elektroden



# Bergin 1700 HF

Schweißverfahren:

- MMA
- WIG



# Bergin 1700 HF – Technische Daten

Technische Daten	TIG 1700 HF
Netzspannung 50Hz	1x230 V
Schweißstrombereich	10-160 A
Leerlaufspannung	88 V
ED 45% (40%*)	160 A
ED 60%	120 A
ED 100%	95 A
Netzsicherung	16 A
Schutzart	IP 23 S
Maße L x B xH	390 x 143 x 245 mm
Gewicht	6,7 kg

ED ... Einschaltdauer

# Bergin 1700 HF – Einstellungen

Schweißstromanzeige

Funktion



Verfahren

Schweißparameter

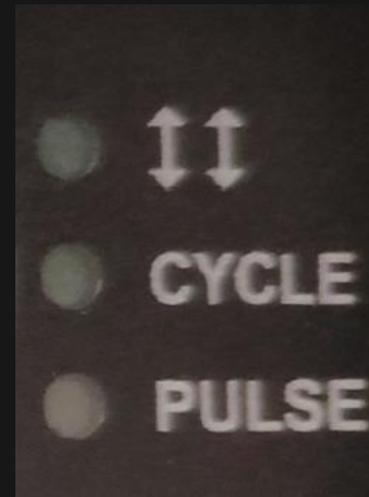
# Bergin 1700 HF – Einstellungen Schweißverfahren



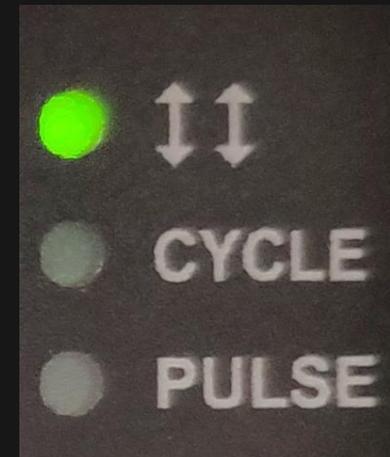
E-Hand / MMA

WIG mit Kontaktzündung

WIG mit HF-Zündung



WIG 2-Takt

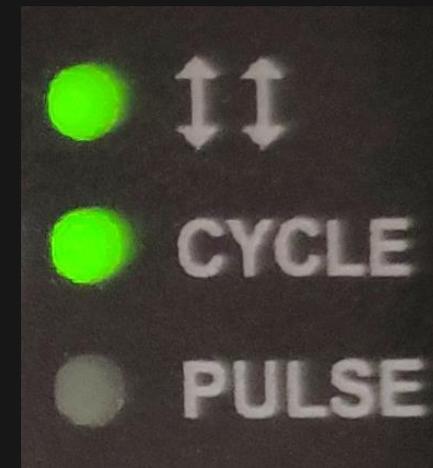
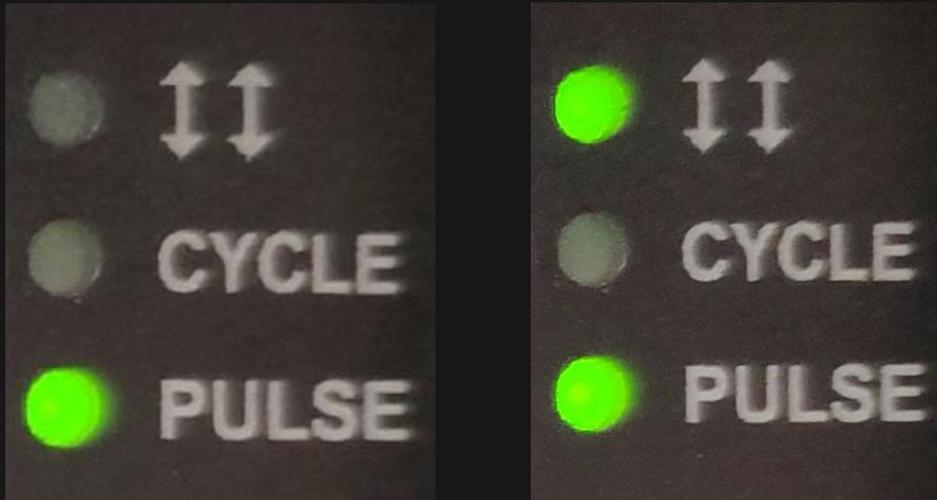


WIG 4-Takt

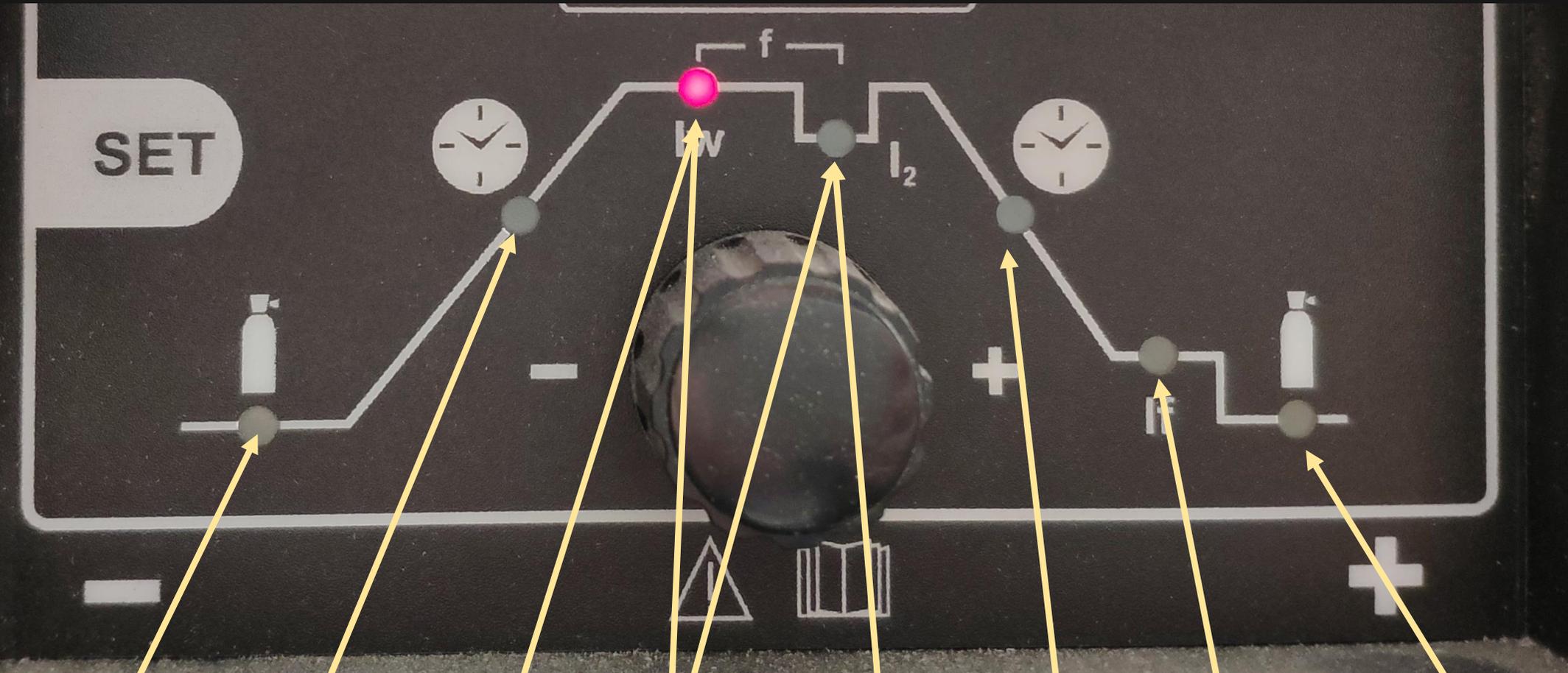
# Bergin 1700 HF – Einstellungen Schweißverfahren

PULSE-Funktion:  
Strom wechselt mit eingestellter  
Frequenz zwischen beiden  
Stromwerten

CYCLE-Funktion:  
Strom wechselt bei Tastendruck  
zwischen beiden eingestellten  
Stromwerten



# Bergin 1700 HF – Einstellungen Schweißparameter



Gasvorströmzeit

Stromanstiegszeit

Schweißstrom

Pulsfrequenz

Schweißstrom  
(Puls)

Stromabfallzeit

Endstrom

Gasnachströmzeit

# Bergin 1700 HF – Handstück

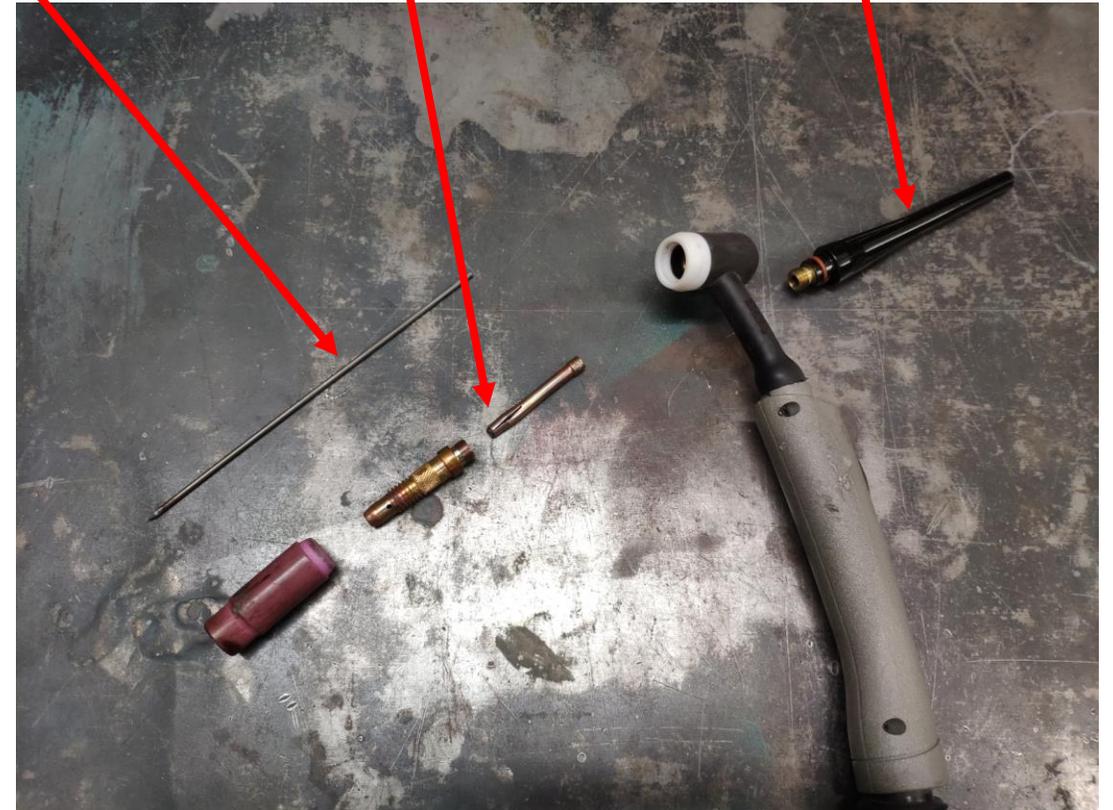
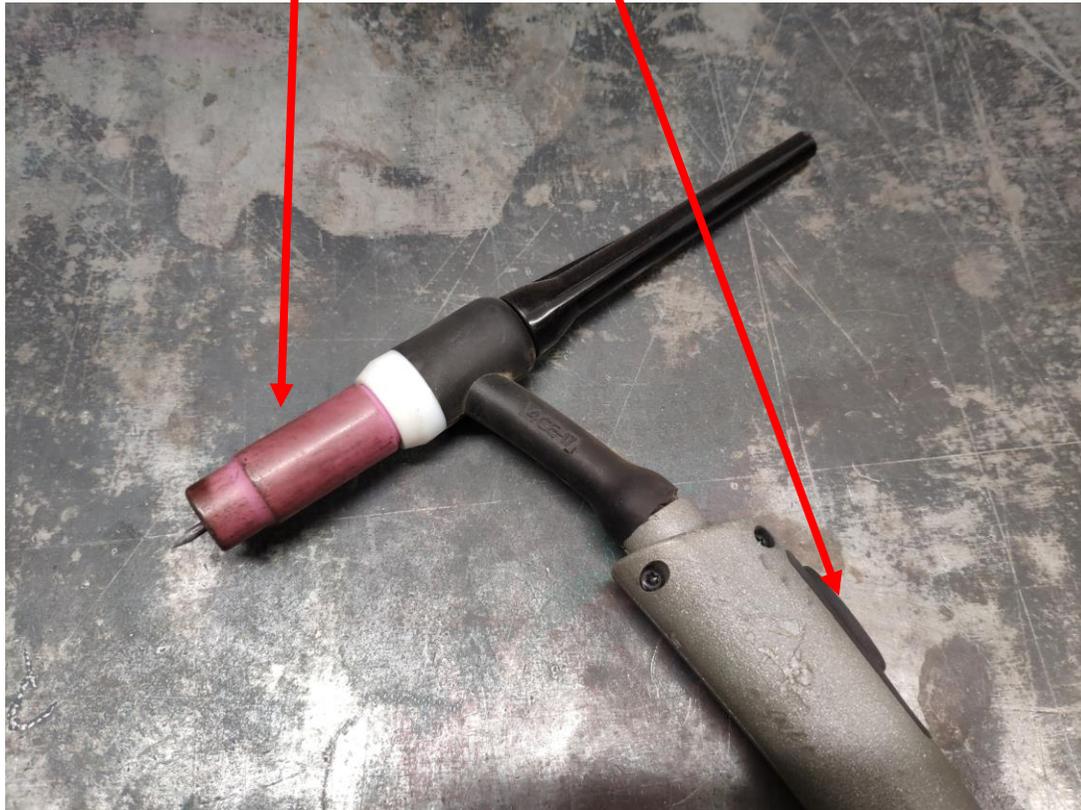
Gasdüse

Taster

Elektrode

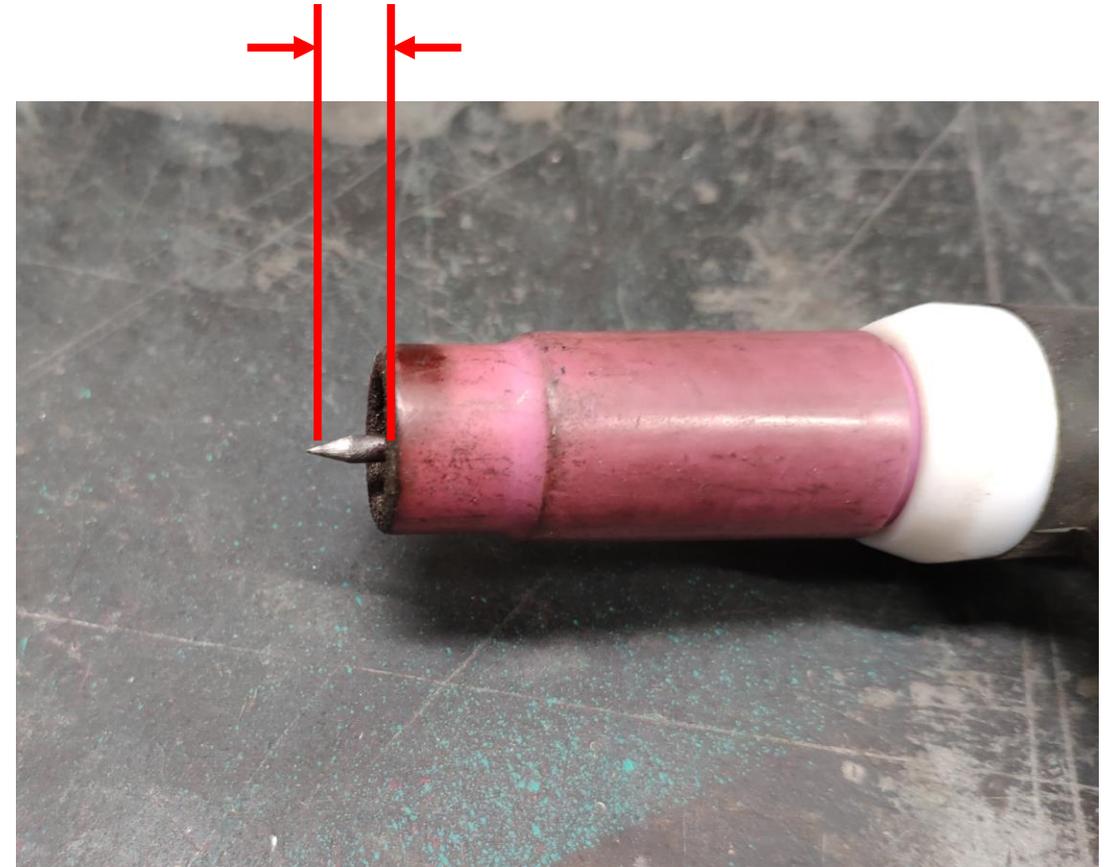
Spannhülse

Brennerkappe



# Bergin 1700 HF – Elektrode

- Länge abhängig von:
  - Durchmesser der Elektrode
  - Gasdüse
  - Lage der Schweißnaht
- Nicht mehr als 2x  
Innendurchmesser der Düse



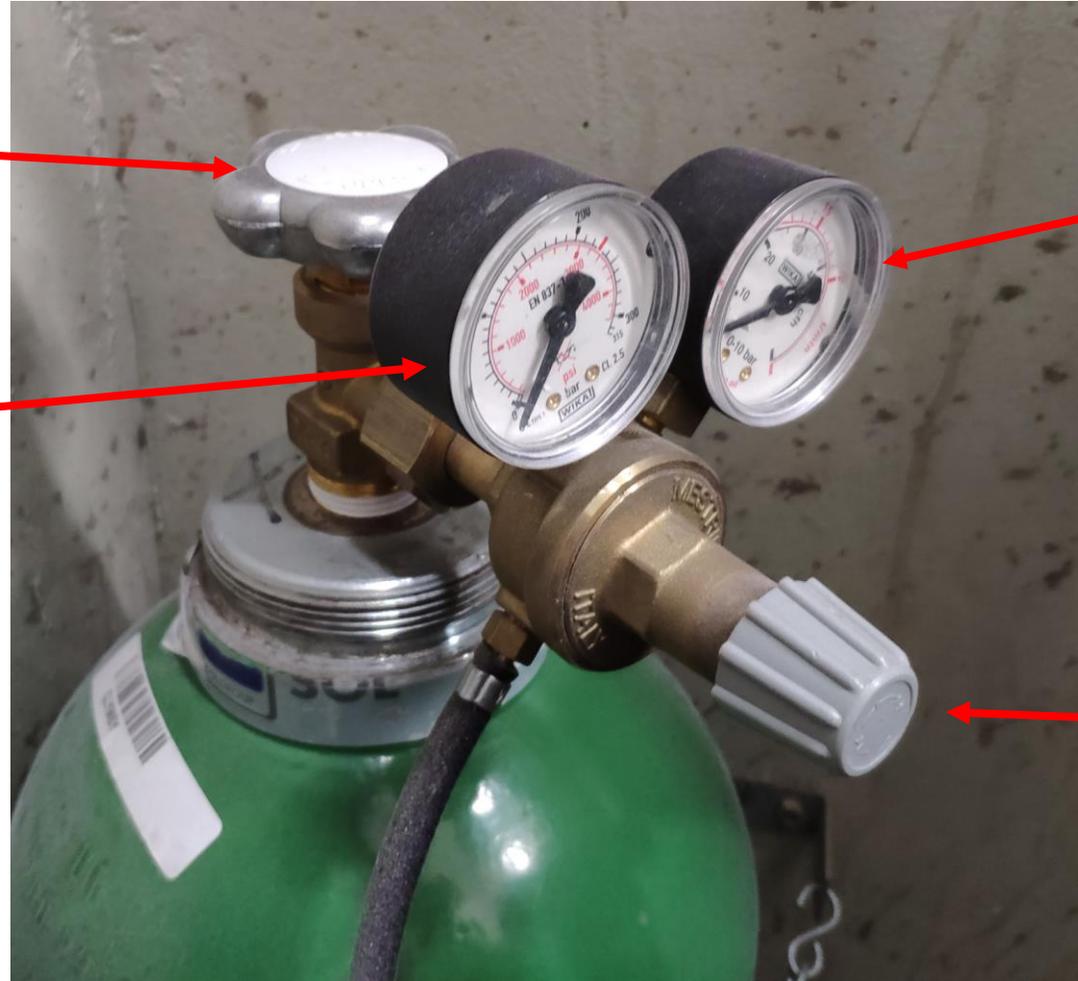
# Bergin 1700 HF – Schutzgas

Hauptventil  
Gasflasche

Gasdruck

Gasdurchfluss

Durchflussregler



# Bergin 1700 HF – Zubehör / Ersatzteile

Elektroden  
1,6mm

Elektroden  
2,4mm



Gasdüsen

Spannhülsen

Elektroden-  
halter (MMA)

# Fertig geschweißt – Und jetzt?

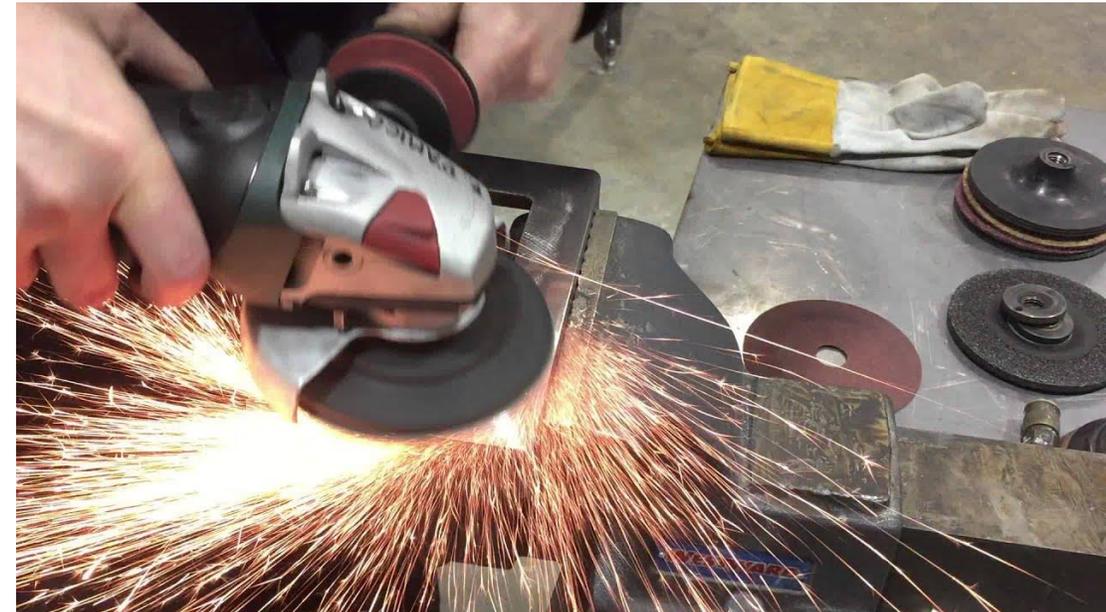
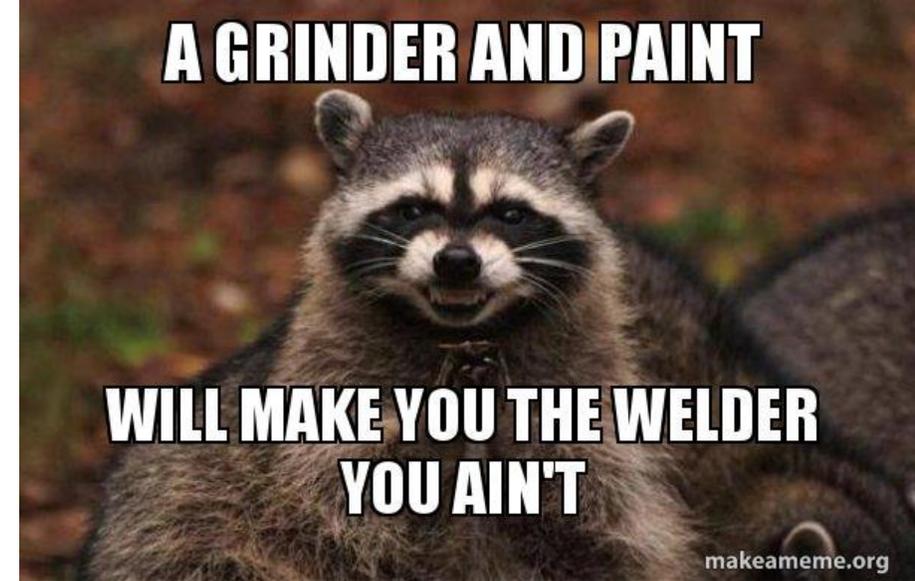
Nachbehandlung von Schweißnähten

Baustahl:

- Schleifen, Lackieren, etc.

Rostfrei:

- Schweißnähte können rosten!
- Oxidschicht sollte entfernt werden (zB Schleifen, Bürsten, Ätzen)

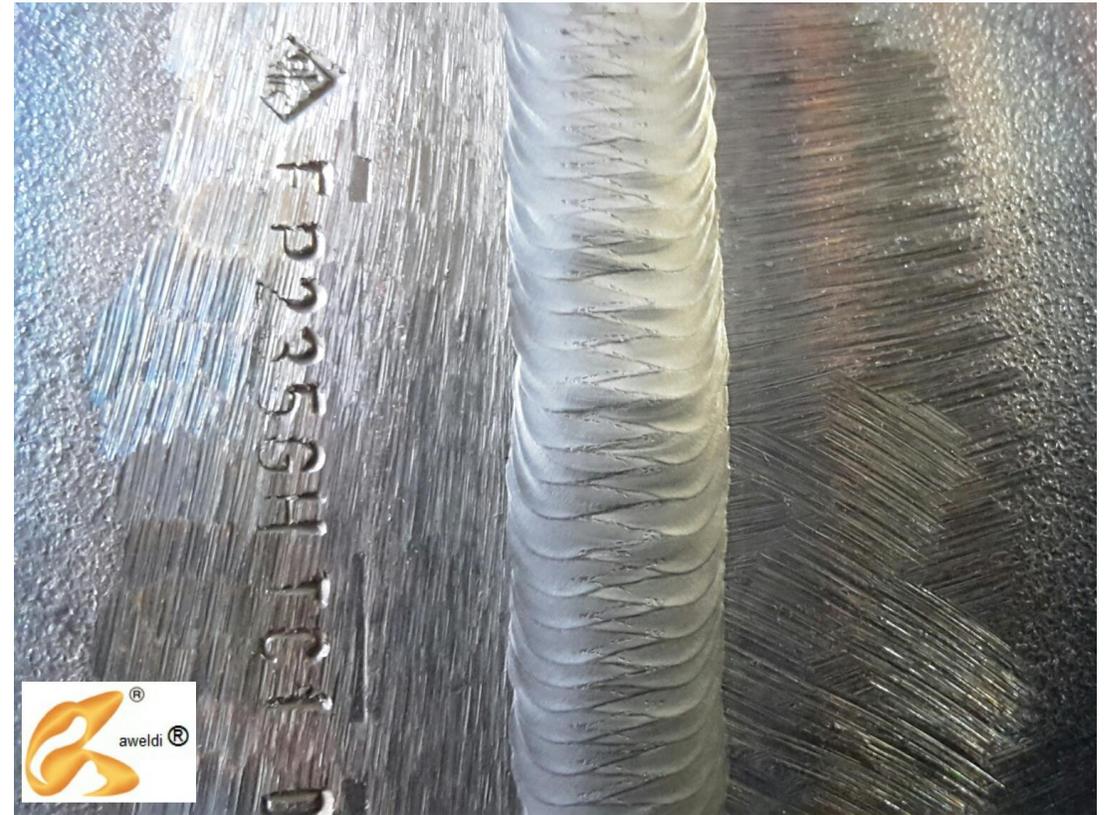
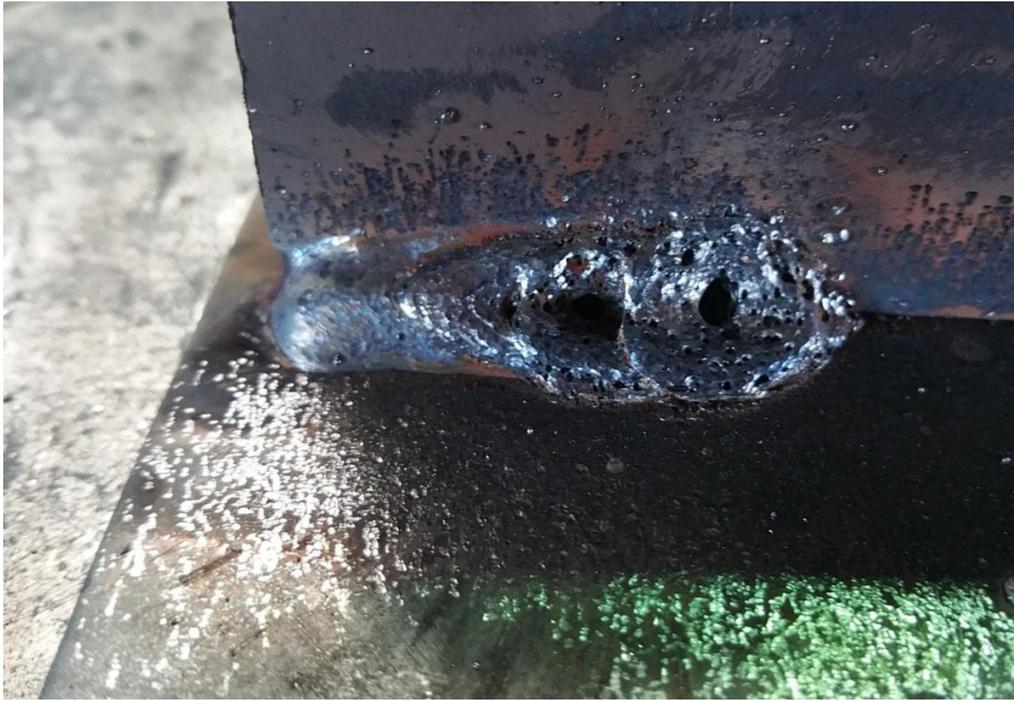


<https://makeameme.org/meme/a-grinder-and-5a2dd7>

<https://www.youtube.com/watch?v=ALLhN0j6ycw>

# Schweißnahtprüfung

- Sichtprüfung



# Schweißfehler - Bindefehler



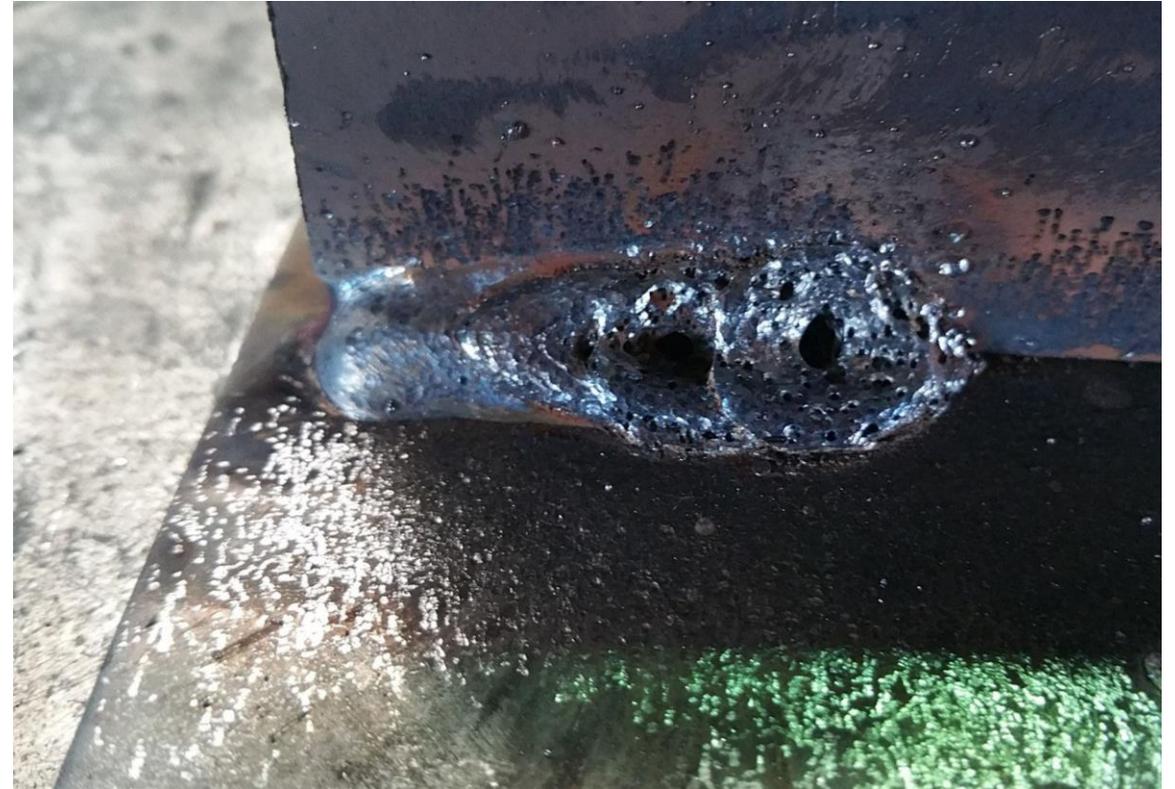
- Schlechte Verbindung
- Nicht belastbare Schweißnaht
- Mögliche Ursachen:
  - Zu schnell geschweißt
  - Zu viel Zusatzwerkstoff
  - Lichtbogen einseitig geführt
  - Strom zu niedrig

→ Ausschleifen, neu machen!

# Schweißfehler - Porosität

- Schlechte Verbindung
- Nicht belastbare Schweißnaht
- Mögliche Ursachen:
  - Gasfluss zu gering
  - Verunreinigungen
  - Nässe
  - Lack, Beschichtung am Werkstück

→ Ausschleifen, neu machen!



# Schweißfehler - Einschlüsse



- Verringerte Festigkeit
- Spröde Schweißnaht
- Mögliche Ursachen:
  - Verunreinigungen
  - Lack, Beschichtung am Werkstück
  - Elektrode eingetaucht

→ Ausschleifen, neu machen!

# Schweißfehler - Einbrandkerbe

- Grundmaterial in Nähe der Schweißnaht abgetragen
- Verringerung der Festigkeit
- Mögliche Ursachen:
  - Schweißgeschwindigkeit langsam
  - Strom zu hoch
  - Lichtbogenführung



# Schweißfehler - Nahtüberhöhung



- Mögliche Ursachen:
  - Zu schnell geschweißt
  - Zu viel Zusatzwerkstoff
  - Strom zu niedrig
  - Elektrode zu groß

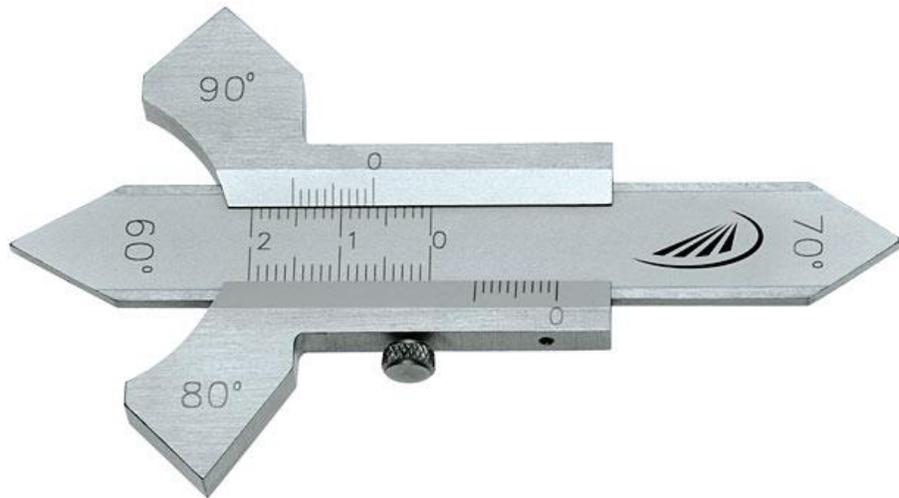
# Schweißfehler - Wurzelüberhöhung

- Mögliche Ursachen:
  - Spalt zu groß
  - Strom zu hoch
  - Schweißgeschwindigkeit langsam



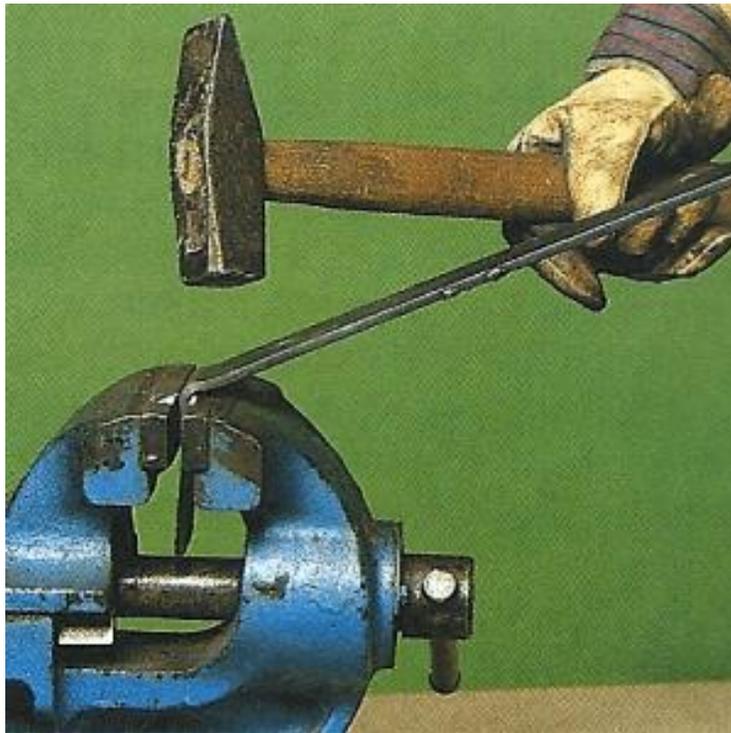
# Schweißnahtprüfung

- Vermessen zB mit Schweißnahtlehre



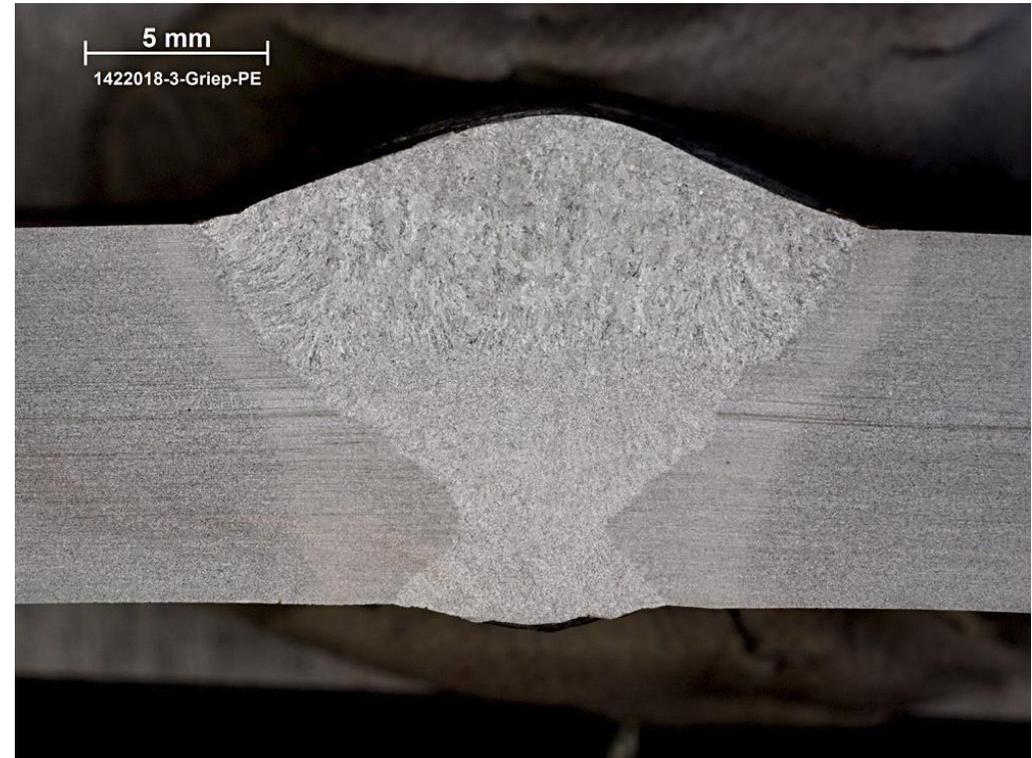
# Schweißnahtprüfung

- Zerstörend / mechanisch 



# Schweißnahtprüfung

- Schliff und Ätzen
  - Durchschneiden quer zur Schweißnaht
  - Anschleifen, idealerweise Schleifpapier
  - Ätzen mit verdünnter Salpetersäure (5%)
- Beurteilung der Verbindung





Und jetzt: Üben!



Jänner 2020



Jänner 2022