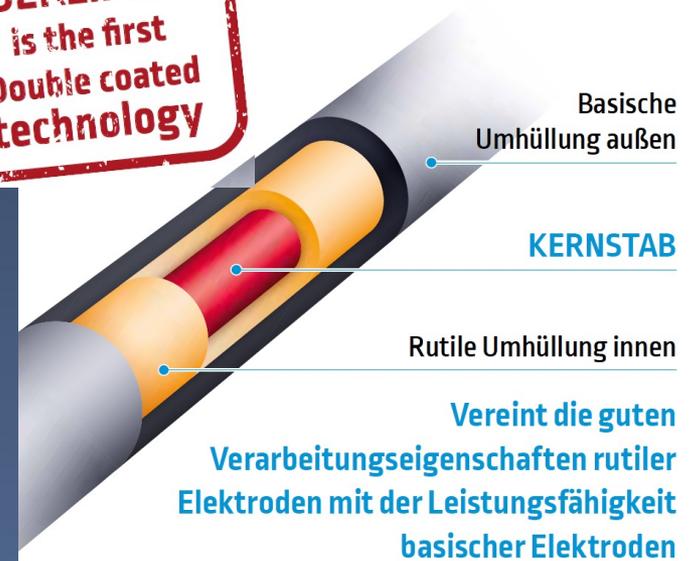


# ISO-Schweisskurs

Grundmaterial & Zusatzwerkstoff –  
Elektrodenhandschweissen.



**OERLIKON**  
is the first  
Double coated  
technology



**LINCOLN**<sup>®</sup>  
**ELECTRIC**

THE WELDING EXPERTS<sup>®</sup>

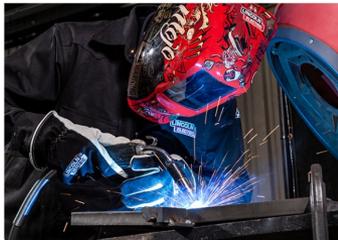
 **ISO**  
**OERLIKON**  
ISO OERLIKON AG Schweisstechnik

# Schweissen macht Schule

Neue und ausgewählte  
Schweißgeräte



MIG/MAG-Schweißgeräte



WIG-Schweißen



E-Hand Schweißen



Multiprozess-  
Schweißgeräte



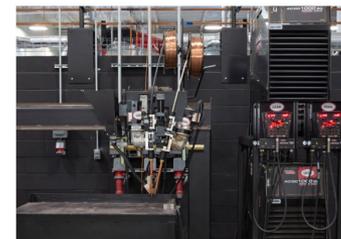
Schweißaggregate



Schweißgeräte für  
hochentwickelte  
Verfahren



UP-Schweißen



Schweißgeräte für  
mehrere Bediener



Drahtvorschubgeräte



Schweißrauchabsaugung



Schweißtraining





# Schweissverfahren (Verbinden)

**Schweissen (Thermisches Fügen)** Schweissen ist das Vereinigen (Fügen) oder Beschichten (Hartauftragen, Löten) von Werkstoffen in flüssigem oder plastischem Zustand unter Anwendung von Wärme.

## Schmelzschweissen (Lichtbogenschweissen):

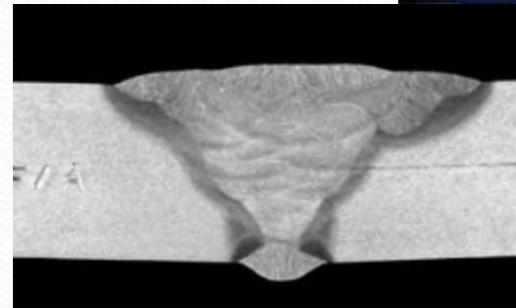
Elektroden

MIG/MAG (Metall-Inertgas/- Aktivegas)

WIG/TIG (Wolfram-Inertgas / Tungston Inertgas)

UP-Schweissen

Plasma-Schweissen



## Gasschweissen:

Autogen



## Pressschweissen (Widerstandsschweissen):

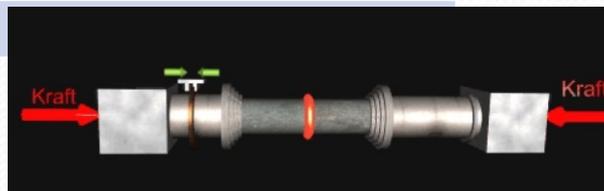
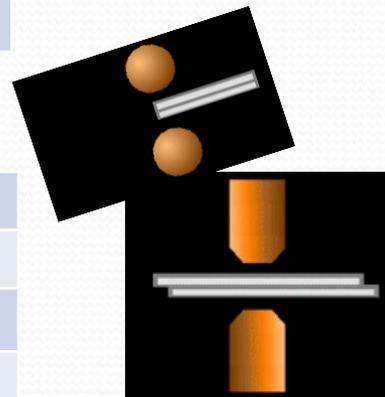
Punktschweissen

Rollnahtschweissen

Buckelschweissen

Abbrennstumpfschweissen

Reibschweissen



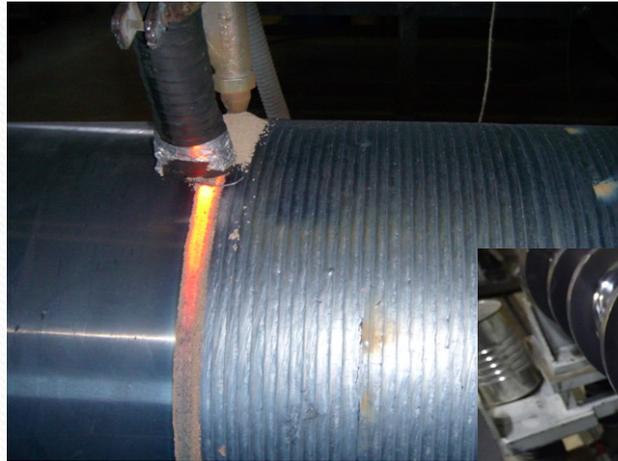
# Statt Verbinden - *Auftragen!*

## Auftragsschweißen (Lichtbogen):

Elektroden

MAG-Schweißen

WIG/TIG Schweißen



## Gasschweißen (Autogen):

Autogen

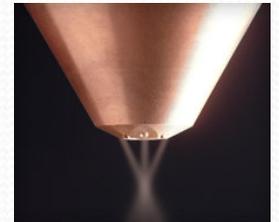
Thermischen Spritzen



## Laserauftragsschweißen

### Vorteile:

gezielter Auftrag der Verschleißschicht  
Herstellung von Funktionsschichten auf preisgünstigere  
Grundwerkstoffe, wie GS, St, GG etc.  
geringe Wärmebelastung  
geringe Nacharbeitungskosten  
nahezu porenfreies Ergebnis



# Schweisstragbarkeit

Welche Materialien k6nnen verschweisst werden:

Un-, niedrig- und hochlegierter Stahl

(Alle Stahle mit einem C-Gehalt unter 4%)

Feinkornstahle

Die meisten Buntmetalle (Cu, Ms, Bz, usw.)

Aluminium und Alu-Legierungen

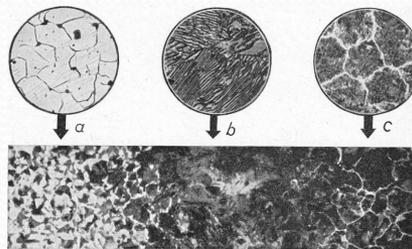


# Metallische Elemente

Die chemischen Elemente werden mit Abkürzungen bezeichnet, die international festgelegt sind, hier sind einige der wichtigsten:

## Metallische Elemente

Eisen	Fe
Mangan	Mn
Silizium	Si
<b>Chrom</b>	Cr
Nickel	Ni
<b>Molybdän</b>	Mo
Vanadin (Vanadium)	V
Titan	Ti
Tantal	Ta
Wolfram	W
Cadmium	Cd
Mangan	Mn
Magnesium	Mg
Kupfer	Cu
Blei	Bd
Zink	Zn
Zinn	Sn
Bronze	Bz
Messing	Ms
Silber	Ag
Aluminium	Al



## Nichtmetallische Elemente

<b>Kohlenstoff</b>	C
Phosphor	P
Schwefel	S
Stickstoff	N
Sauerstoff	O
Wasserstoff	H
Wasser	H <sub>2</sub> O
Acetylen	A

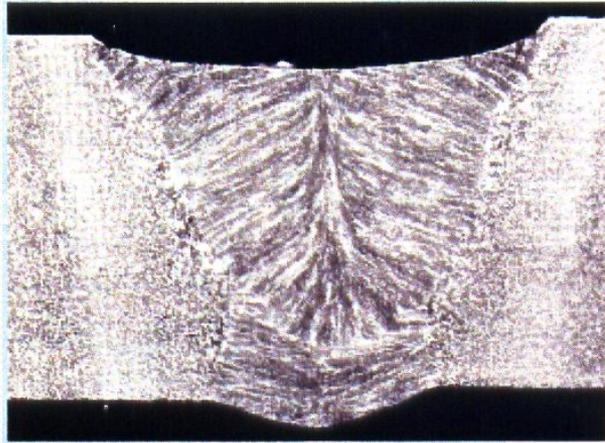


Eine Legierung entsteht, wenn der Schmelze eines metallischen Elementes ein zweites Element zugefügt wird. Die Schmelze löst das zweite Element. Wie Wasser den Zucker löst. Das hinzugefügte Element kann auch nichtmetallisch sein. Beispiele sind:

Kupfer + Zink	=	<b>Messing</b>
Kupfer + Zinn	=	<b>Bronze</b>
Aluminium + Magnesium	=	<b>Al-Mg-Legierung</b>
Eisen + Kohlenstoff	=	<b>Stahl und Gusseisen</b>

**Eine Legierung kann auch mehrere Legierungselemente enthalten!**

# MMA Elektrodenhandschweissen

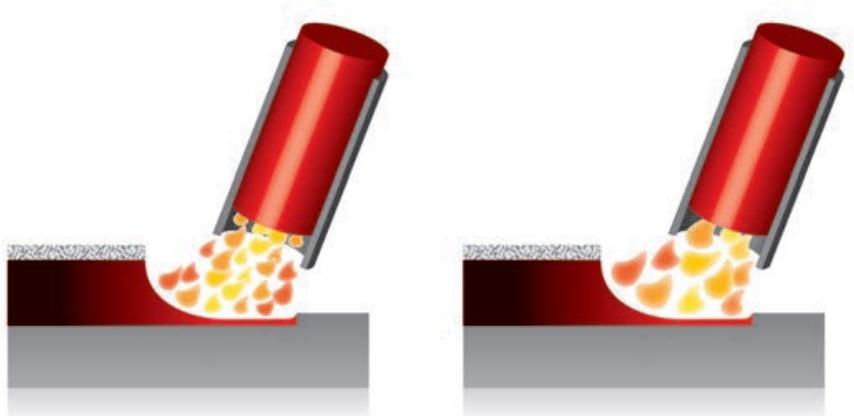


Beim Lichtbogenschmelzverfahren werden die Metalle vollkommen aufgeschmolzen (flüssig) und schmelzen sozusagen ineinander hinein (Mischgefüge) um beim Abkühlen wieder in fester Form ein homogenes Gefüge wieder zu erlangen.



Rutiltyp

Basischer Typ



# Elektrodenhandschweissen 2

Die Zündung des elektrischen Lichtbogens erfolgt durch tupfen (kratzen) der Stabelektrode auf das Werkstück. Der Lichtbogen entwickelt eine hohe Temperatur. Sie beträgt am **Pluspol** ca. **4'200°C** und am **Minuspol** **3'600°C**. Der Lichtbogen brennt zwischen dem Werkstück und einer abschmelzender Elektrode. Diese ist somit auch der Zusatzwerkstoff. Die Elektrode ist umhüllt. Die Hülle schmilzt ebenfalls ab und bildet eine schützende Schlackenschicht.

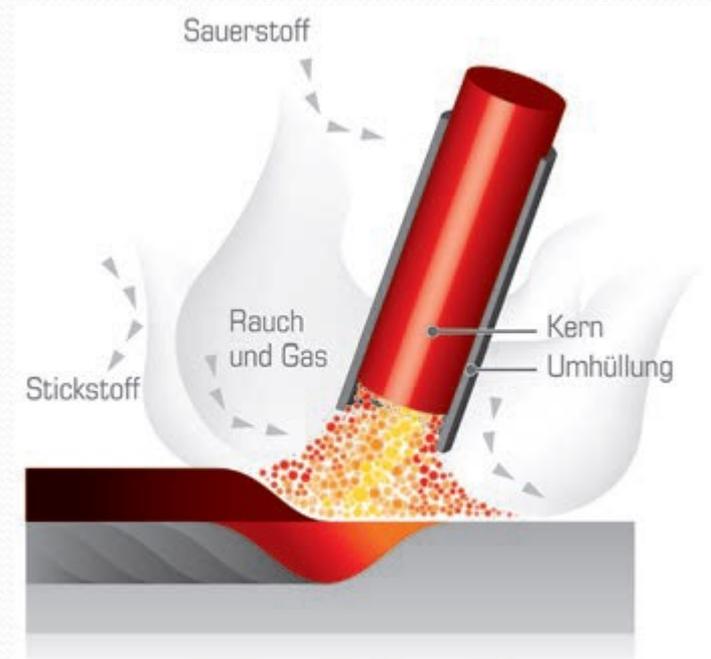
Die Lichtbogenlänge richtet sich nach dem zu verwendenden Elektrodentyp. Bei dünnumhüllten und mitteldick umhüllten Elektroden (z.B. **ISOARC 112/48 M**) ist sie etwa gleich dem Elektrodendurchmesser. Dickumhüllte Elektrode (z.B. **ISOARC 46 P**) oder gar Hochleistungselektroden (**ISOARC 123**), können nach dem Zünden auf das Werkstück aufgesetzt werden. Dadurch erhält der Lichtbogen seine richtige Länge. Der Lichtbogen soll kurz gehalten werden, weil bei zu langem Lichtbogen die Güte der Schweissnaht beeinträchtigt wird.

## Bei Gleichstrom

Bleibt der Lichtbogen bei richtigem Abstand der Stabelektrode vom Werkstück dauernd erhalten.

## Bei Wechselstrom

Wird der Lichtbogen immer wieder unterbrochen, weil die Stromrichtung und somit auch die Polarität in der Sekunde 100 mal wechselt (50 Hertz)

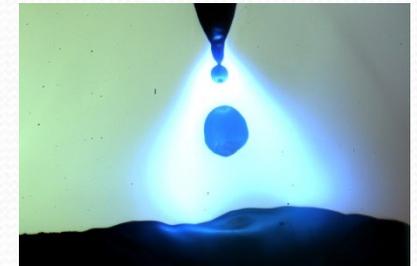
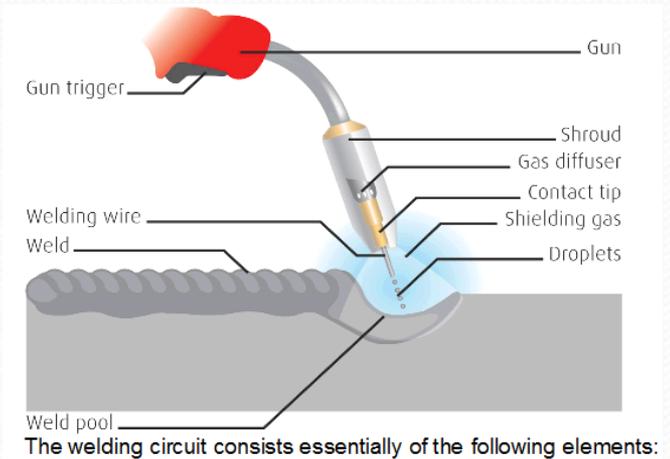
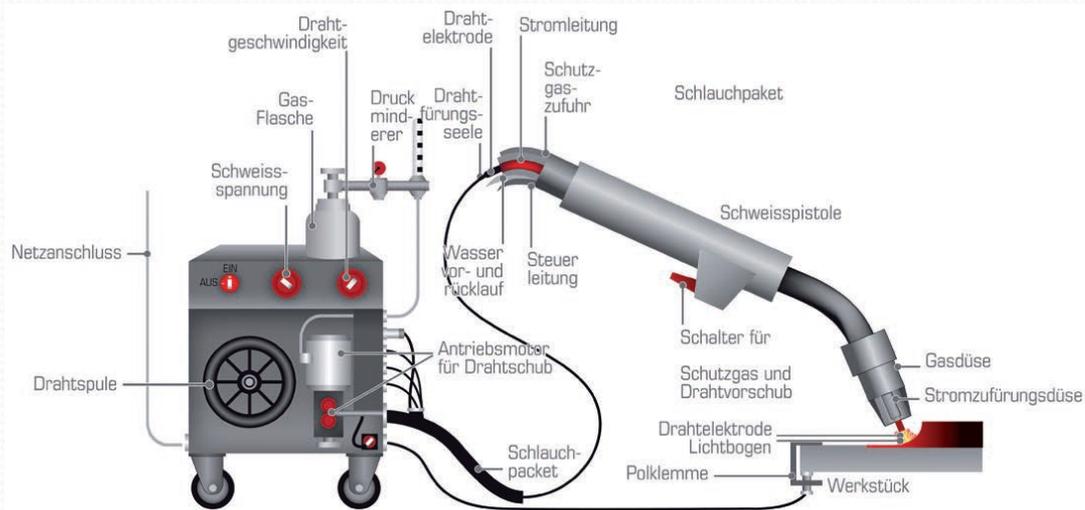


Deshalb sind der Elektrodenumhüllung Stoffe beigegeben, die die Lichtbogenstrecke elektrisch leitend machen (ionisieren) und dadurch den Lichtbogen erhalten.



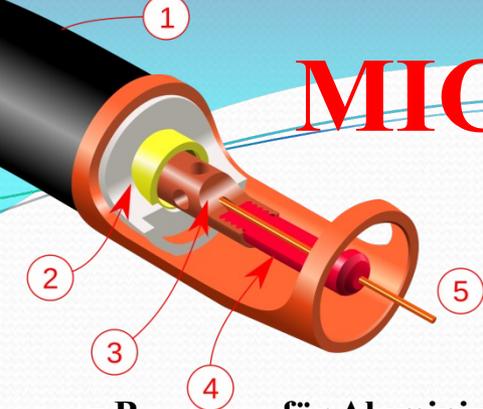
# MIG/MAG Schweissverfahren

Beim (MSG) Metallschutzgasschweissen wird an Stelle des Schweißelektrodenkerndrahtes ein von einer Spule ablaufender, nackter oder gefüllter Zusatzdraht auch Drahtelektrode genannt, verwendet. Die Drähte werden speziell für dieses Verfahren hergestellt und haben Durchmesser von 0.6 bis max. 2.4 mm von der inneren Spule oder Trommel (Fass) wird die Drahtelektrode über ein Drahtvorschubgerät und durch ein biegsames Schlauchpaket der Schweisspistole zugeführt. Die Schweisspistole kann von Hand oder maschinell geführt werden.



Beim Metall-Schutzgasschweissen von **Nichteisenmetallen, hochlegierten und authentischen Stählen** wird als Schutzgas **Argon und Argongemische** mit sehr hoher Argonanteile verwendet d.h. (inertes Gas) ! Dieses Verfahren nennt man: **MIG - Schweißen ( Metall-Inert-Gas)**

# MIG/MAG Schweissverfahren 2



z.B. für Aluminium  
für INOX

=  
=

## MIG - Schweißen ( Metall-Inert-Gas)

**Reinargon 99,6 % und höher !**  
**97 % Ar + 3 % Co2** oder **97,5 % Ar + 2,5 % Co2**

Das **MAG-Schweißen (Metall-Aktiv-Gas)** verwendet man für **unlegierte und niedriglegierte Stähle**, als Schutzgas dient das billige Schutzgas Co2 oder Mischgas.

z. B. SG-2

=

**82 % Ar + 18 % Co2**  
**bei Sauerstoff Lenzburg genannt Krysal !**

oder

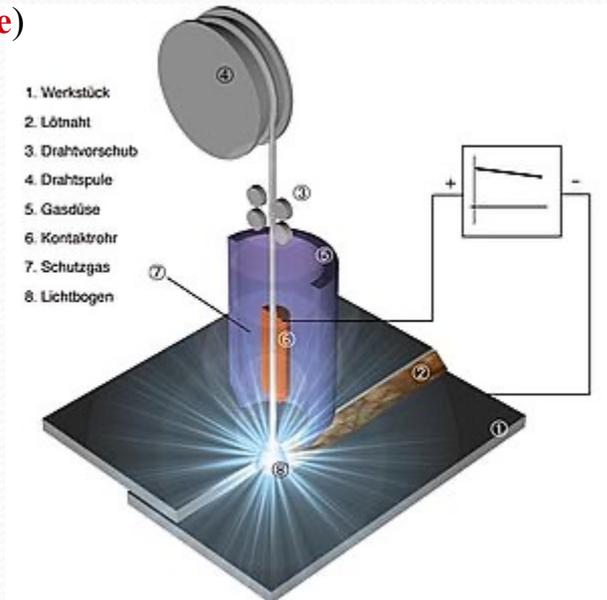
**Reines Co2 (Kohlensäure)**

TD 600

=

**82 % Ar + 18 % Co2**

Vorteile	Nachteile
Gute Kontrolle des Schmelzbades	Braucht teures Gas
Kein Elektrodenwechsel	Qualitätswechsel viel aufwändiger
Kein Verlust durch Elektrodenreste	Braucht Ersatzteile (Stromdüse, usw.)
Keine Schlacke	Schwer, unhandlich
Schnell	Wind anfällig
Automatisierbar	Schutz anfällig
Dünnblech geeignet	Mehr Kenntnisse zum Einstellen
Sehr hohe Ausbringung	Hohe Rauchentwicklung





# WIG/TIG Schweissverfahren

Beim Wolfram-Schutzgasschweissen dem **WIG-Schweissen**, (Wolfram-Inert-Gas) auf English **TIG** (Tungsten-Inert-Gas) wird das chemisch reaktionsträge (inert) Edelgas Argon verwendet, von dem auch die Bezeichnung Argonarc-Schweissung herrührt. Das nicht brennbare Gas **Argon** verdrängt beim Schweissen den Luftsauerstoff. Dadurch wird die bei den hohen Schweisstemperaturen üblicherweise einsetzende Oxidation der Elektrode und des Werkstückes mit dem Sauerstoff der Umgebungsluft verhindert. Das Inertgas hat also die gleiche Schutzaufgabe wie die Umhüllung einer Mantelelektrode:

## Die Luft von der Schweissstelle fernhalten.

Im Lichtbogen werden Temperaturen erzeugt, die weit über den Schmelzpunkten der Metalle liegen. Der Lichtbogen schmilzt die Werksstückkanten auf, sie fliessen ineinander und erstarren ohne zusätzlichen Druck zu einer Schweissnaht.

Der Lichtbogen wird zwischen einer sich kaum verbrauchenden Wolframelektroden und dem Werkstück gezogen. Der Zusatzwerkstoff wird von Hand oder mechanisch zugeführt. Je nach Werkstoff wird Wechsel - oder Gleichstrom benutzt.

Beim Schweissen von **Leichtmetallen und deren Legierungen (Aluminium)** wird: **Wechselstrom**.

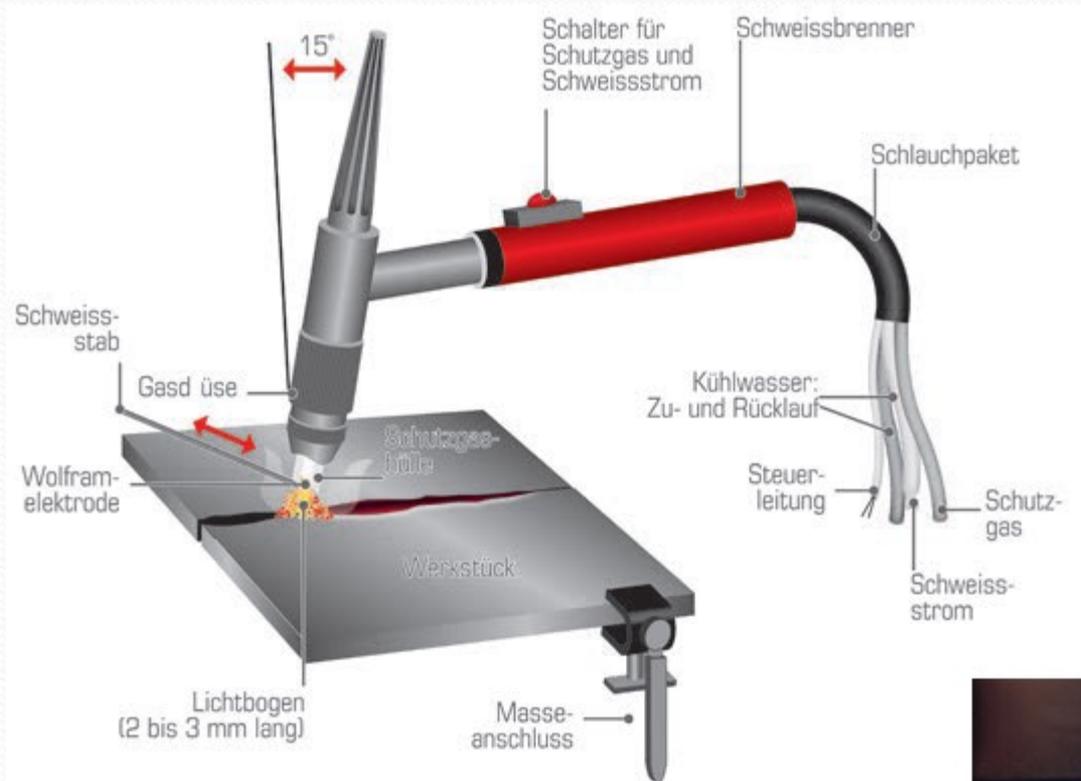
Für alle **anderen Schweissbaren Legierungen** wird: **Gleichstrom**.



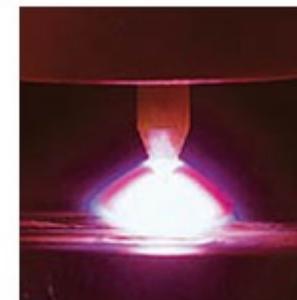
[www.isoarc.ch](http://www.isoarc.ch)  
[info@isoarc.ch](mailto:info@isoarc.ch)

Vorteile	Nachteile
Sehr gute Kontrolle des Schmelzbades	Eher für dünnwandige Materialien
Geringere Neigung zum Verziehen	Langsamer als MIG/MAG
Gutes Aussehen	Handfertigkeit
Einfaches Alu-Schweissverfahren	Bis max. 5mm rationell
Sichere Schweissnähte	Beschränktes Einsatzgebiet
Leichte Anlauffarben	
Geeignet für Dünobleche	
Wenig Rauchentwicklung	
Einfache Umstellung ALU/INOX	

# WIG/TIG Schweissverfahren



TIG Argon Lichtbogen



TIG VARIGON® H5 Lichtbogen



TIG Helium Lichtbogen



# Laser-Hand-Schweissen

Beim Handlaserschweissen wird ein manuell bedienbares Laserschweissgerät zum Verbinden von metallischen Werkstücken oder thermoplastischen Kunststoffen eingesetzt. Das Schweissverfahren bietet hohe Schweissgeschwindigkeiten, überaus präzise und sehr schmale Schweissnähte und einen geringen thermischen Verzug in den Bauteilen.

Beim Verschweissen mittels Laserstrahl werden zwei Bauteile miteinander verfügt. Dabei werden beide Seiten der anstossenden Werkstoffe durch einen fokussierten Laserstrahl aufgeschmolzen. Mittels eines Zusatzwerkstoffes fliesst die Schmelze ineinander, erkaltet und stellt so die dauerhafte Verbindung her. Als Laserquelle kommen bei den handgeführten Schweissgeräten zumeist Nd:YAG-Laserquellen oder Faserlaser zum Einsatz. Bei Nd:YAG-Lasern bildet ein künstlich synthetisierter Kristall – ein mit Neodym-Atomen angereicherter Yttrium-Aluminium-Granat – die Grundlage für die Laserquelle. Bei Faserlasern wird der Laserstrahl über eine sogenannte dotierte Glasfaser erzeugt. Beide Verfahren haben ihre ganz eigenen Vorteile. Nd:YAG-Laser bieten eine sehr präzise Fokussierung des Laserstrahls und damit maximal genaue Schweissergebnisse. Faserlaser gelten ihrerseits als besonders zuverlässig und stellen eine hohe Strahlqualität und grosse Pulsenergien bereit. (Quelle: Carbagas)

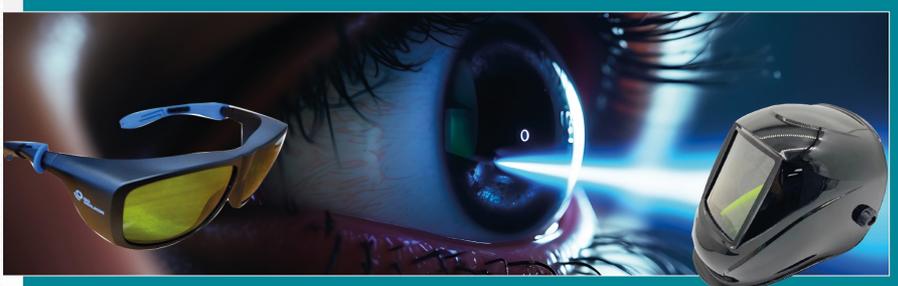
Mit W-T-W, Faserlasern lassen sich so gut wie alle Materialien verschweissen. Dies reicht von Edelstahl über verzinkten Stahl, Aluminium und Messing bis zu thermoplastischen Kunststoffen. Der fokussierte Laserstrahl ermöglicht saubere, hochwertige Schweissnähte und geringe Wärmeeinflusszonen. Thermisch bedingte Verformungen der Bauteile werden so zuverlässig vermieden. Die Schweissgeschwindigkeit ist mindestens doppelt so schnell (bis 5 x schneller) wie der MIG/MAG Schweissprozess, dabei ist der VERZUG deutlich geringer. Die leistungsstarke Handlaser mit einer Energie von 1000 bis 3000 W haben unter anderem einen variablen Fokus, der Ihnen ermöglicht, präzise Schweissergebnisse zu erzielen. Die Handhabung ist einfach. Die Handlaser verfügen über eine Reihe von Funktionen, die Ihnen helfen, produktiver und effizienter zu arbeiten. So können sie beispielsweise mit der Wobble-Funktion die Breite der Naht definieren.

## EINFACHE BEDIENUNG, HOHE QUALITÄT

Erhöhte Präzision der Schweissverbindungen durch einen schmalen, konzentrierten Laserstrahl  
Gleichmässige Schweissnähte mit hoher Qualität  
Minimaler Wärmeeinflussbereich, was das Risiko von Verformungen oder Schäden am Material deutlich verringert  
Hohe Flexibilität: Punktschweissen, Nahtschweissen oder Tiefschweissen mit nur einem Gerät möglich

Vorteile	Nachteile
Sehr einfach	Einhausung Zwingend
Sehr geringer Verzug (bis keine)	Laserklasse 4
Exzellentes aussehen	Laserschutzbeauftragter !
Einfaches Alu-Schweissverfahren	Handhabung (Vorsichtiges umgehen.
Sichere Schweissnähte	Wartung eher hoch
Leichte Anlauffarben	Noch keine Prüfverfahren vorhanden (Normierungen)
Geeignet für Dünobleche	
Sehr schnell	
Einfache Umstellung ALU/INOX	

	<b>GEFAHR</b>		
<b>LASER</b>			
<b>4</b>			
<b>Bestrahlung von Auge oder Haut durch direkte oder Streustrahlung vermeiden</b>			
<small>Klassifiziert nach DIN EN 60825-1:2015-07</small>			



**LASERSCHUTZBRILLE:**

Schutzstufe gem. EN 207 z.B. WISE CUT Laser - 3kW, Wellenlänge 1076 - 1085nm Klasse **DIRM LB6 (OD6+)** verwenden. Zusätzlich muss das Gesicht geschützt werden z.B. mit einer geeigneten Gesichtsmaske.



**LASERSCHUTZMASKE:**

Schutzstufe gem. EN 207 z.B. WISE CUT Laser - 3kW, Wellenlänge 1076 - 1085nm Klasse **DIRM LB6 (OD6+)** verwenden. Schützt gegen Streustrahlung.



**LASERSCHUTZHANDSCHUHE:**

Immer mit Schutzhandschuhe schweißen. Hände immer hinter der Laserstrahl halten - **NIE DAVOR**. Handschuhe verwenden ohne Farbstoffe. Helle Ausführung.



**SCHUTZKLEIDUNG:**

Körper vor Streustrahlung schützen, mittels nicht brennbarer Schutzkleider.



**KONTROLLIERTER BEREICH:**

Ein kontrollierter Bereich muss bei der Laser Klasse 4 eingerichtet werden. Unbefugtes Personal darf keinen Zugang zu diesem Bereich haben. Sollte jemand den Raum unaufgefordert betreten, muss der Laser automatisch abstellen. Dies kann mittels Lichtschanke oder Kontaktschalter gesichert werden.



**LICHTSCHANKE ODER KONTAKTSCHALTER:**

Handlaser Schweißgeräte der Laserklasse 4, müssen mit einem Anschluss (PLC) ausgestattet sein, sodass eine Lichtschanke oder ein Kontaktschalter montiert werden kann, um die Anforderungen zu erfüllen, die für einen kontrollierten Bereich gelten.



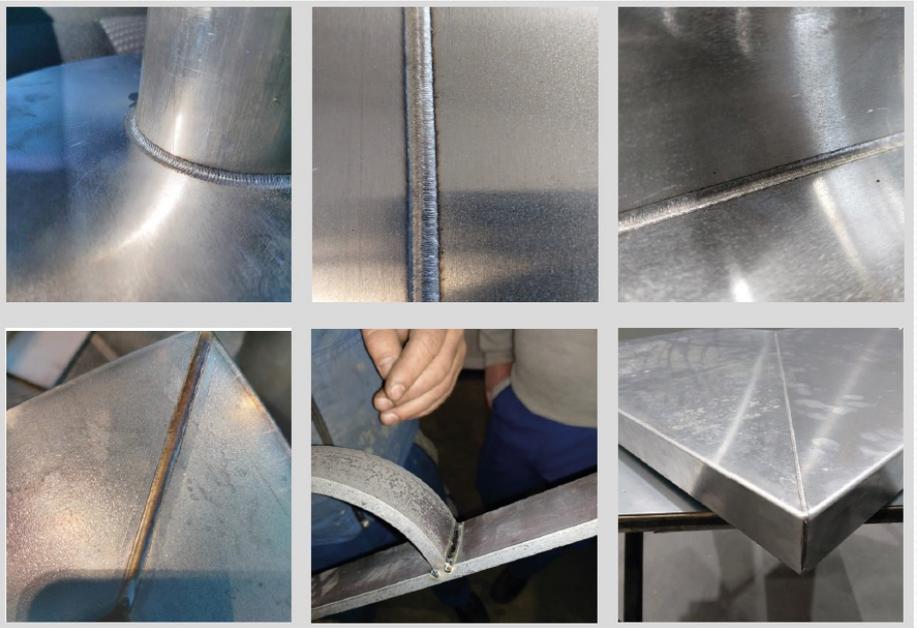
**KENNZEICHNUNG UND BESCHILDERUNGEN:**

Bei Lasereinrichtungen der Klasse 4, muss der Laserbereich durch Warnleuchten angezeigt werden. Laser ON/OFF. Die Warnleuchten müssen an den Zugängen zu den Räumen, in denen der Laser betrieben wird, angebracht werden. Zusätzlich zu der Warnleuchte muss der Zugang bei einem Laser mit Laser Klasse 4 mit den entsprechenden Warningschildern / Warnaufschriften gekennzeichnet sein. Unsichtbare Laserstrahlung. Klassifiziert nach DIN EN 60825-1: 2015-07



**ABSAUGUNG:**

Bei der Laserbearbeitung entsteht gesundheitsgefährdender Laserstaub und Laserrauch, die Schadstoffe wie z.B. Nickel, Chrom oder Kobalt enthalten können. Daher ist der Einsatz einer effektiven Laserrauchabsaugung während dem Laserprozess unabdingbar.



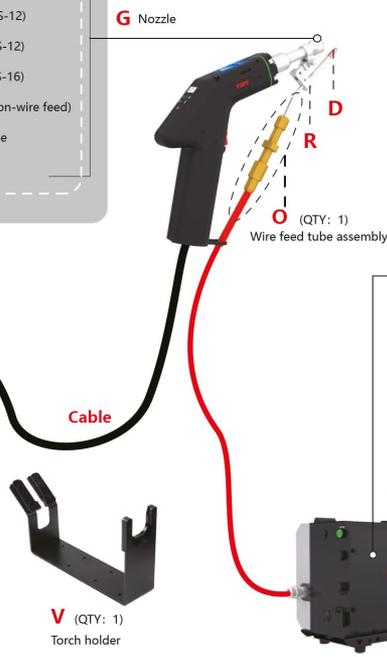
**Start-up kit**

- A** (QTY: 1) U disk
- B** (QTY: 1) Protective cap
- C** (QTY: 6) Protective lens
- D** (QTY: 1 of each) Wire feed nozzle (0.8,1.0,1.2,1.6)
- E** (QTY: 2) End face gasket seal
- F** (QTY: 2) Hand-Tighten Knurled Screw with Step
- G-1** (QTY: 1) Welding nozzle 1.2(A5-12)
- G-2** (QTY: 1) Welding nozzle 1.6(B5-16)
- G-3** (QTY: 1) Welding nozzle 1.2(C5-12)
- G-4** (QTY: 1) Welding nozzle 1.2(E5-12)
- G-5** (QTY: 1) Welding nozzle 1.6(F5-16)
- G-6** (QTY: 1) Welding nozzle (C Non-wire feed)
- G-7** (QTY: 1) Spot calibration nozzle
- G-8** (QTY: 1) Cleaning nozzle

- L** (QTY: 1) Safety glasses
- M** (QTY: 1) Specification
- H** (QTY: 1) Emergency stop button
- I** (QTY: 1) Grounding clamp assembly

**Laser welding machine accessory package (Including Start-up kit)**

- J** (QTY: 1) CAN line assembly
- K** (QTY: 1) Power line assembly



- O** (QTY: 1) CAN line assembly(1.5-meter)
- P** (QTY: 1) Power line assembly(1.5-meter)
- Q** (QTY: 1) Terminal resistance plug
- R** (QTY: 1) Wire feed bracket
- S** (QTY: 1) Wire feeder wheel
- T** (QTY: 1) Specification

**Wire feeder accessory package**

- U-1** (QTY: 2) 76ZY02AV Wire Feed Roll (0.8/1.0mm)
- U-2** (QTY: 2) 76ZY02AV Wire Feed Roll (1.2/1.6mm)

**Intelligente Datenbank für Schweißprozessparameter**

**Einsteigerfreundlich und schnell abrufbar**

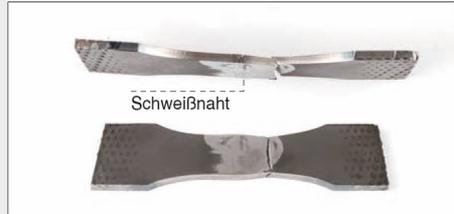
**ISO OERLIKON**

www.iso-oerlikon.ch

**TRM Laser Welding System**

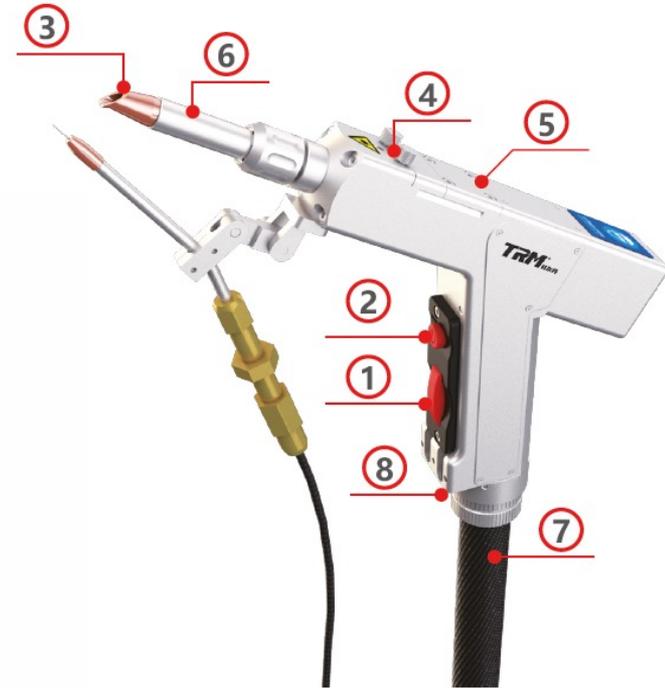
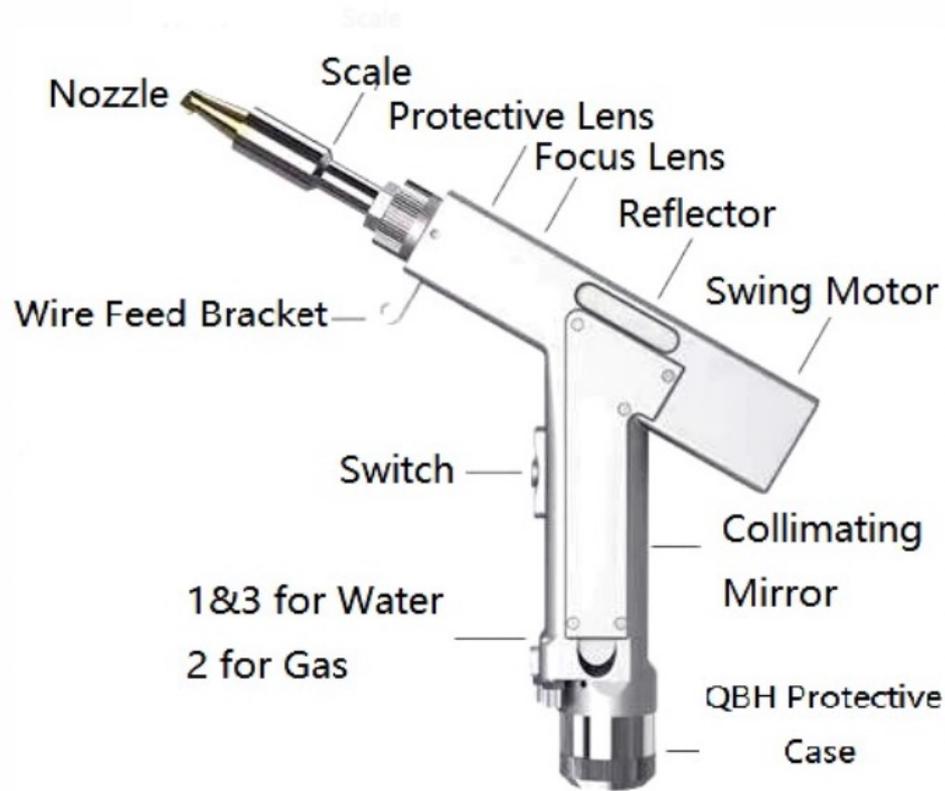
## Äußerst robuste und hochstabile Leistung

TRM hat eine stabile und überraschende Leistung in den Schlüsseldaten der Laserschweißmaschine erreicht, wie z.B. die Eindringtiefe beim Selbstfusionsschweißen und die Festigkeit beim Stumpfschweißen.



Die Leistung der Tests im Labor

### 3.4 Laser welding torch



Item	Function	Description
1	Trigger 1 - Start Gas Flow	Press and hold Trigger 1 to begin shielding gas flow. This must remain pressed throughout the welding process. Trigger 1 should only be released once Trigger 2 is no longer being pressed
2	Trigger 2 - Start Laser Emission	Under safety conditions, trigger 2 functions: 1. Laser output (click or long press) 2. Wire retraction (double click)
3	Nozzle Tip for Welding	Laser output, gas flow, Contact with the workpiece to form a ground lock circuit.
4	Protective lens 1	Protect focusing lenses from splash contamination
5	Focusing lens	
6	Extension Tube	Connect nozzle and weld gun, and adjust the relative position of the laser focus and the nozzle by moving back and forth.
7	QBH Fiber Cable	The unit will arrive with the fiber cable already inserted and connected to weld head.
8	Other lines	Protective gas, cooling circuit, control line.

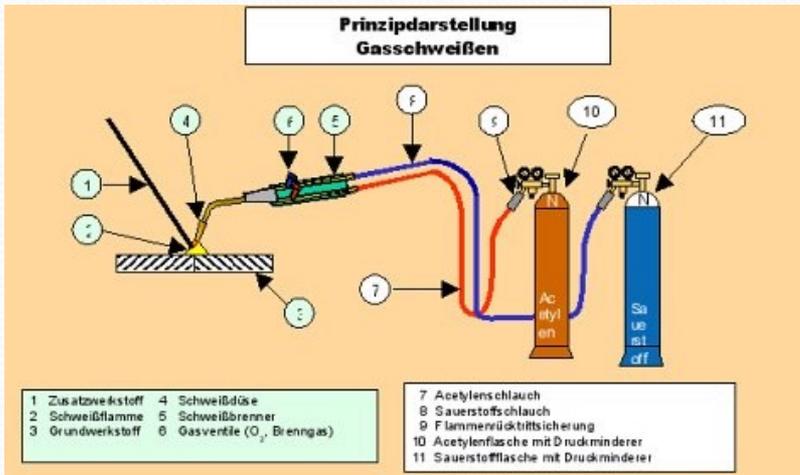


Print: Ad:11.2023

Wir beraten Sie gerne!  
www.iso-oerlikon.ch

# Autogen Gasschweissen

Die Anwendung ähnelt dem des WIG-Schweissens jedoch mit eingeschränktem Einsatzgebiet. Die Schweissverfahren werden nach Art des Erwärmens und des Schutzes der Schweissstelle vor der atmosphärischen Luft (Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff). Sie haben eine sehr schädigende Wirkung auf die Metalle. Befinden sich die Werkstoffe in flüssigem Zustand, dann ist der schädigende Einfluss der Gase besonders gross. Beim Gasschweissen wird die Schweisswärme durch die Brenngas-Sauerstoff-Flamme erzeugt. Als Brenngas wird heute zum Schweissen fast ausnahmslos Acetylen / Sauerstoff verwendet. Die Streuflamme schützt das Schmelzbad vor Luft usw.



<b>Anwendungsgebiete:</b>	Unlegierte Stähle
	dünnwandige Bleche (1-2mm)
	Rohre bis max. 5mm Dicke und max. 150mm Durchmesser
	Gas- und Wasserinstallationen und Heizungsbau
	seltene Alu
<b>Zusatzwerkstoffe:</b>	GV1 + GV2    Bleche St. 34,37,42
	GV3            St. 52-3
	GV4            Kesselbleche H1,H2,H3 / Rohre St. 35,45
	17 Mn4, 15Mo3 / Kesselrohr 15Mo3



## Autogenschweissen - Flammeneinstellung

reduzierend

neutral

oxidierend



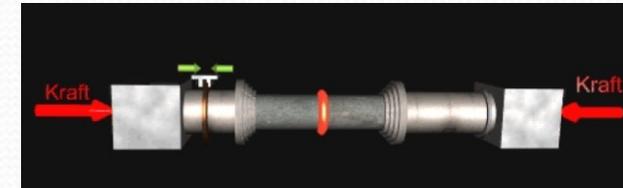
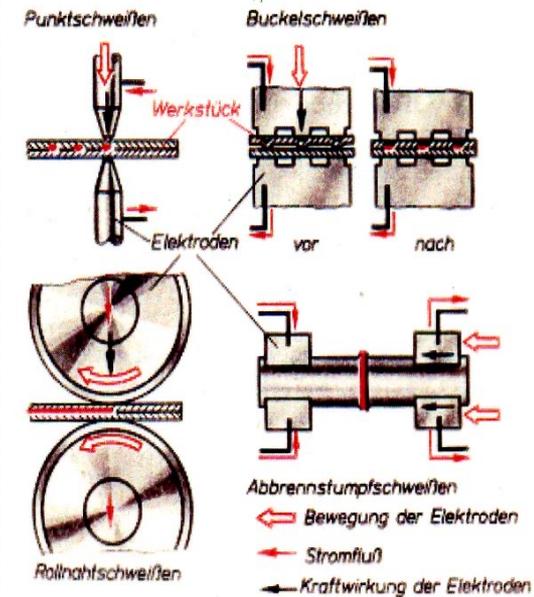
# Widerstandsschweissen

Beim Widerstandsschweissen wird die Wärme ausgenutzt, die der elektrische Strom bei Überwindung eines Widerstandes erzeugt, z.B. beim Stromübergang zwischen zwei Blechen. Der Strom ist sehr gross (Transformatorleistung bis zu 4000 kVA). Dementsprechend hoch ist auch die Wärmeentwicklung. Bei der elektrischen Widerstandsschweissung unterscheidet man **Punkt-, Buckel-, Naht- und Abbrennstumpfschweissung**. **Kraft, Strom** und Schweisszeit müssen aufeinander abgestimmt sein. Ihre optimalen Einstellwerte können nur durch Versuchsschweissungen festgestellt werden.

Mit einer **Punktschweisszange** kann an verschiedenen Stellen eines Werkstücks gepunktet werden. (Carrosseriebau).

Bei **Vielpunktschweissmaschinen** werden eine grosse Anzahl Elektroden gleichzeitig auf das Werkstück angepresst.

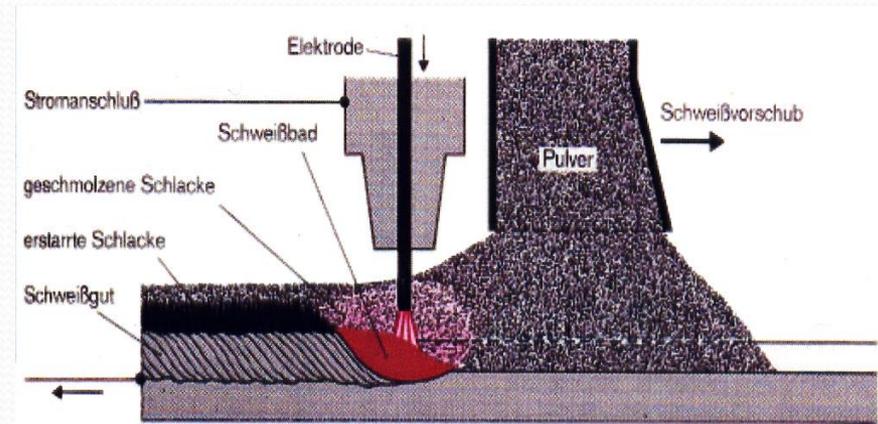
Das **Buckelschweissen**: In eines der Werkstückteile werden vor dem Schweissen Buckel eingedrückt und die Teile unter plattenförmigen Elektroden verschweisst. Beim Rollenschweissen werden die stabförmig Elektroden durch Rollen ersetzt, von denen eine angetrieben wird.



# UP (Unterpulver) Schweißen

Das Unterpulverschweißen ist ein maschinelles Schweißverfahren für Blechdicken von 2 bis etwa 150 mm und um Auftragsschweißen (Beschichten) von unlegierten und legierten Stählen. Der Lichtbogen brennt zwischen einem mechanisch zugeführten Draht oder Bandedelektrode und dem Werkstück **unter einer dicken Schicht körnigen Pulvers**. Man nennt dieses Verfahren auch verdecktes Lichtbogenschweißen. Das Pulver erfüllt dieselben Aufgaben wie die Umhüllung einer Stabelektrode. Da **zwei** Zusatzdrähte gleichzeitig abgeschmolzen werden können, ist die Abschmelzleistung bedeutend grösser als beim Stabelektrodenhandschweißen. Das UP Verfahren wird vorwiegend zum Schweißen von:

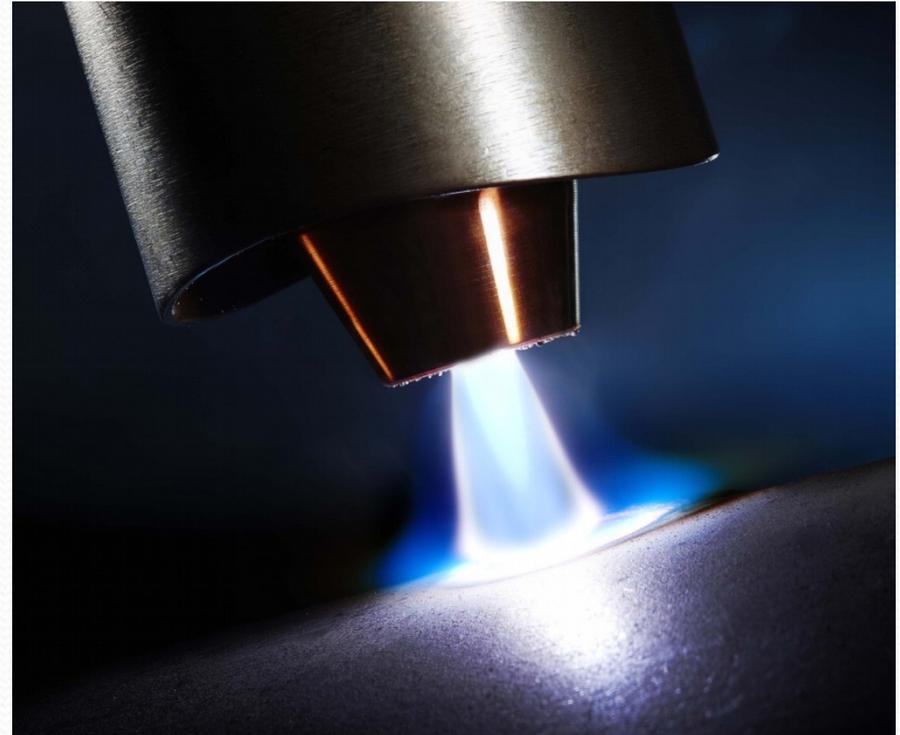
**dicken Blechen** und **langen Nähten** eingesetzt. Man erreicht gute Nahtqualitäten und eine hohe Schweißgeschwindigkeit.



# Plasma-Schweissen

Zum Plasmaschweissen und für die übrigen Plasmaverfahren dient der Plasmastrahl als Wärmequelle. Er entsteht wenn ein Gas (Argon, Wasserstoff, Stickstoff) durch einen Gleichstrom-Lichtbogen hoch erhitzt wird. Dadurch werden die Moleküle aufgespalten (dissoziiert) und von den Atomen Elektronen abgetrennt. Das so ionisierte Gas und der Lichtbogen werden beim Austritt durch die Brennerdüse stark eingeschnürt. Durch die grosse Volumenzunahme des Gases infolge der hohen Temperaturen entsteht ein mit hoher Geschwindigkeit austretender Gasstrahl, **Plasmastrahl** genannt. Es werden Temperaturen bis zu **30'000°C** erreicht.

Brennt beim Plasmabrenner der Lichtbogen zwischen der Wolframelektrode und dem Werkstück, wird er als übertragender Lichtbogen bezeichnet (zum Verbindungsschweissen und Schmelzschnitten). Der nichtübertragende Lichtbogen brennt dagegen zwischen der Wolframelektrode und der Brennerdüse (zum Plasmaspritzen). Auch können beide Lichtbogen zu gleicher Zeit von einer Elektrode ausbrennen (zum Auftragsschweissen). Das Hauptanwendungsgebiet des Plasmaschweissens ist die: **Mikro-Fügetechnik** von Edel- und NE-Metallen, wobei Ströme von **0,5 bis 15A** verwendet werden. Bei diesen Strömen können Bauteile mit dünnsten Wandlungen, z.B. Bleche bis zu 0,05 mm geschweisst werden.



Beim Plasma-Verbindungsschweissen wird ausser dem Plasmagas noch ein zweites Gas, z.B. Argon oder Argon mit 6 % Wasserstoff dem Brenner zugeführt, welches einen zusätzlichen Schutzmantel bildet.

# Thermisches Spritzen

Das Metallspritzen erfolgt mit Metallspritzpistolen, welche entweder als Flammspritzpistolen oder als Lichtbogenspritzgeräte ausgebildet sind. Der zu verspritzende Werkstoff wird in Draht- oder Pulverform zugeführt und durch die A + S-Flamme oder durch den Lichtbogen geschmolzen. Ein Druckluftstrahl zerstäubt den flüssigen Werkstoff und schleudert ihn auf das Werkstück. Es findet dabei kein Verschmelzen mit dem Grundwerkstoff, sondern nur ein Verklammern statt. Deshalb ist eine metallisch reine und möglichst raue Oberfläche des Werkstücks erforderlich.

Je nach Verwendungszweck werden verschieden legierte Spritzdrähte oder Pulversorten verwendet. Mit der Plasma-Flammsspritzpistole werden Arbeitstemperaturen von 15'000°C erreicht. Es lassen sich hochschmelzende Werkstoffe spritzen, die mit den oben beschriebenen Pistolen nicht mehr gespritzt werden können. Mit Metallspritzpistolen lassen sich sowohl metallische als auch keramische Werkstoffe auftragen.



**SCHWEISSEN  
FLAMMSPRITZEN**

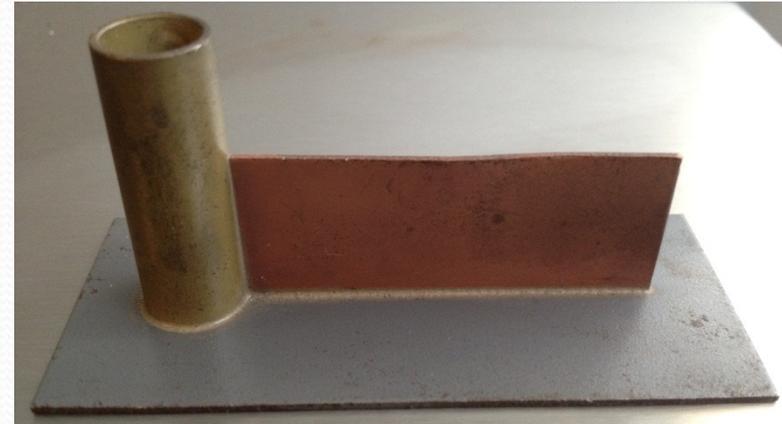


## Anwendung:

- Auftragen von Metallen bei Wiederherstellung abgenutzter Werkstücken
- Auskleiden von Gleitlagern mit Metallen die besonders gute Gleiteigenschaften haben.
- Auftragen verschleissfester-oder elektrisch leitenden Schichten
- Aufspritzen von Metallüberzügen als Korrosionsschutz oder zur Verschönerung der Oberfläche

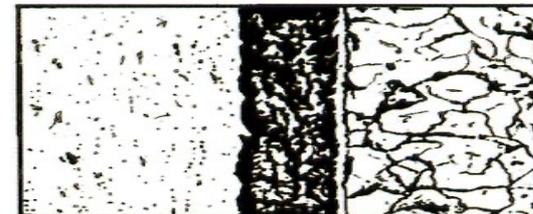
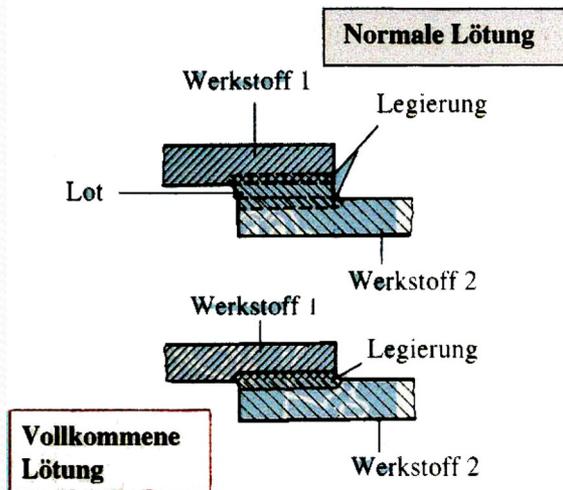
# Löten

Löten ist das Herstellen einer nicht lösbaren Verbindung von zwei oder mehr Teilen aus gleichen oder aus verschiedenen Metallen unter Verwendung eines bei niedrigerer Temperatur schmelzenden Metalls oder einer Legierung (Lot) und unter Anwendung von Wärme. Die Verbindung (Legierung) entsteht durch das feste Haften des Lotes an den Lötflächen. Dabei fließt das geschmolzene Lot zwischen die erwärmten, aber festen Metalle. Auch wenn die Lötstellen durch Schmelzen des Lotes wieder getrennt werden können, gilt das Löten doch als eine unlösbare Verbindung, weil das Lot als Bindungsmittel nicht wieder benutzt werden kann.



## Vorgänge beim Löten

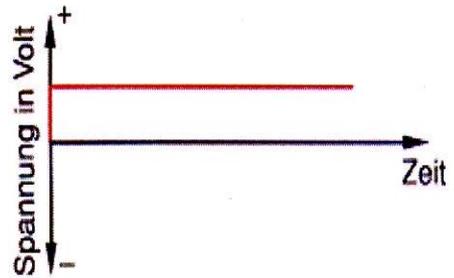
Beim Löten kann es zwischen der Oberfläche der festen Metalle und dem flüssigen Lot zu einer Legierungsbildung kommen. Dies geschieht unter günstigsten Bedingungen. Neigen Lot und die zu verbindenden Metalle dazu sich zu legieren, so genügt es, wenn eines der beiden Metalle flüssig wird.



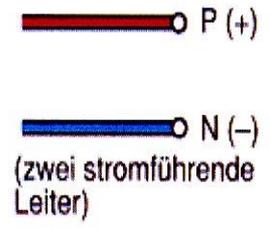
**Kupfer Lot Messing**  
200 fach vergrößert

# Stromarten

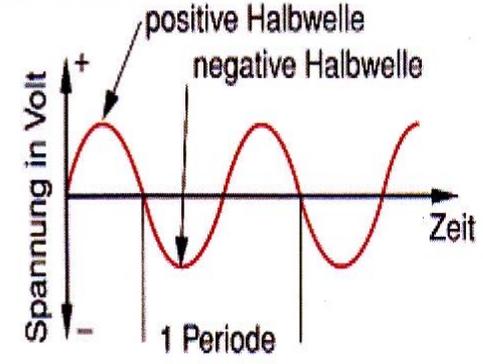
## Gleichstrom (G, =)



### Stromrichtung



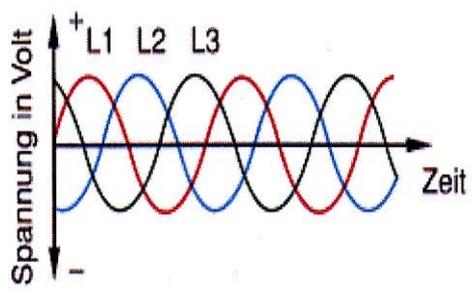
## Wechselstrom (W, ~)



### Stromrichtung



## Drehstrom (D, 3~)



### drei Wechselströme

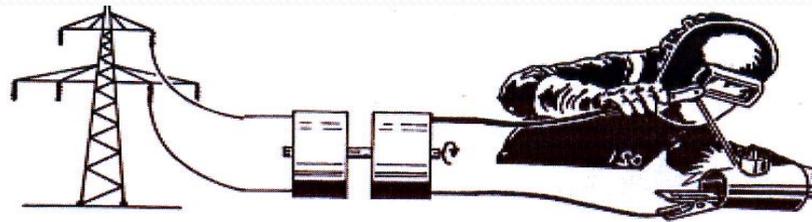


# Schweisstromquellen

## Einleitung :

Das Verbinden und Auftragen von Metallen mittels moderner Schweisstechnik ist nach wie vor nicht nur das vielfältigste Verfahren, sondern es lässt sich mit einfachsten Mitteln qualitativ einwandfrei ausführen. Nebst dem Feuer- und Autogenschweissen haben sich im Laufe der Zeit eine Vielzahl von modernen Schweisverfahren entwickelt die den elektrischen Strom als Energieträger nutzen. Der elektrische Strom, heute praktisch überall vorhanden, lässt sich beinahe beliebig umformen und ist aus diesem Grunde aus der modernen Schweisstechnik nicht mehr wegzudenken.

Zu Beginn der Schweisstechnik, es sei damit nur die elektrische Applikation erwähnt, fanden hauptsächlich Umformer, auch Schweissgeneratoren genannt, Verwendung. Da es damals noch nicht möglich war hohe Stromstärken zu transformieren bez. gleichzurichten, bediente man sich einem Elektromotor, an dessen Welle ein Generator angeschlossen war. Enorme Geräusche-Entwicklung, hohe Strom- und Unterhaltskosten liessen dieses Fossil wieder verschwinden, wird jedoch gelegentlich in kleineren Schlossereien noch angetroffen.



**Wechselstrom vom Netz**

**Schweisstrom = Gleichstrom**

# Schweisstransformator

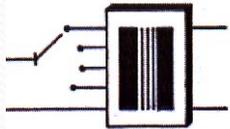
Um diese, heute noch weitverbreitete Technik zu verstehen, müssen wir uns den Transformator als solchen etwas genauer anschauen. Auf einem Weicheisenjoch (Weicheisen des besseren magnetischen Flusses und der geringeren Induktionswärme wegen) befindet sich getrennt auf der einen Seite die Eingangswicklung aus isoliertem Kupferdraht, auch Primärwicklung genannt, auf der gegenüberliegenden Seite die Ausgangswicklung, als Sekundärwicklung bekannt.

Die Anzahl Windungen sowohl sekundär- wie auch primärseitig stehen in einem Untersetzungsverhältnis zueinander. Dem Induktionsgesetz folgend ergibt eine hohe Wechselspannung mit niedriger Stromstärke an  $U_1$  eine niedrige, ungefährliche Wechselspannung mit gewünschter hoher Stromstärke an  $U_2$ . In der Schweißtechnik liegt die Leerlaufspannung bei einfachen, guten Trafos bei ca. 60 Volt. Spannungen unter 50 Volt führen zu sehr schlechtem Zündverhalten. Der Gesetzgeber verbietet jedoch Spannungen die über 85 Volt hinausgehen.

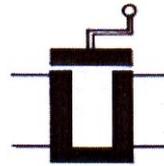
Nach dem Zünden des Lichtbogens bricht die **Spannung** auf das Lastniveau zusammen, während der **Schweisstrom** auf seinen nominellen Wert ansteigt.

Die Leistungseinstellung am einfachen Schweisstransformator wird in der Regel durch **Aufschalten** an verschiedene Wicklungsanzapfungen bewerkstelligt, Fachausdruck: **Stufenschaltung**.

Alternative kann durch **Verstellung des Joches** des Weicheisenkerns mittels Kurbeltriebes eine **stufenlose** Schweisstromereinstellung erreicht werden.



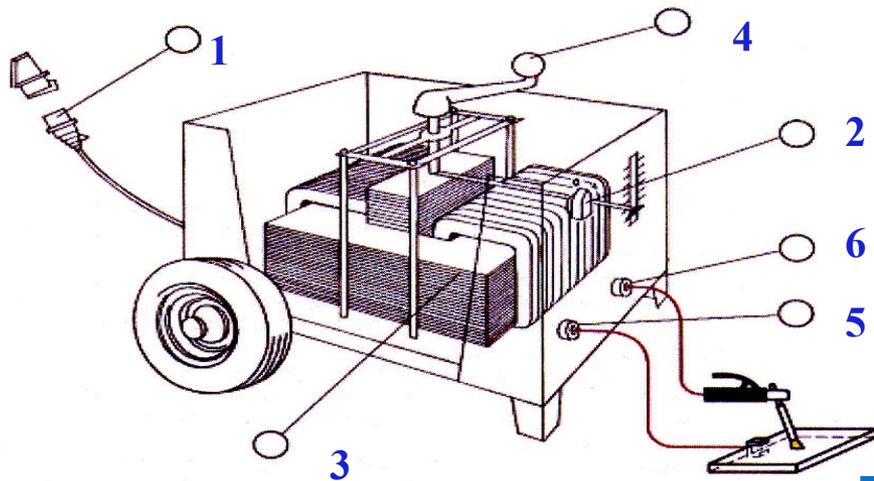
**Stufenschaltung**



**Jochverstellung**

# Schweisstransformator

Der Vorteil des einfachen Schweisstrafos liegt zur Hauptsache in seiner günstigen Anschaffung weshalb er im Hobbybereich grosse Verbreitung gefunden hat. Nachteilig wirkt sich aus, dass nur Wechselstrom als Schweißstrom zur Verfügung steht und die Zündspannung nur sehr kurz, ein paar Perioden des Netzsinus, andauert. Nebst ungünstigen Gewichts-Leistungsverhältnis ist der sogenannte Sicherungskillereffekt beim Einschalten der Geräte ebenfalls negierend.



## Baugruppen

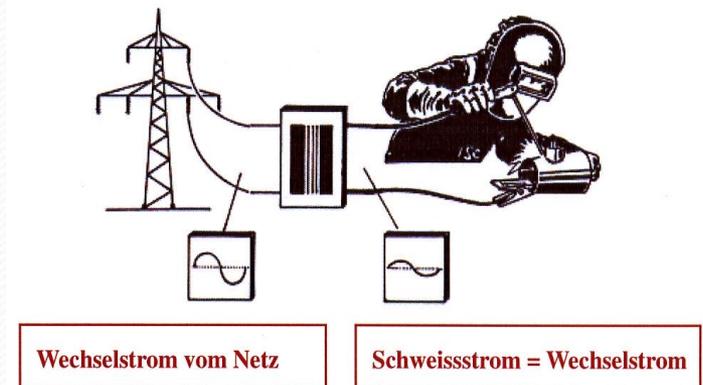
- ① Netzanschluß
- ② Ein-/Ausshalter
- ③ Transformator (einphasig)  
Aufgabe:  
Umwandeln \_\_\_\_\_ Netzspannung in \_\_\_\_\_ Schweißspannung  
Umwandeln von \_\_\_\_\_ Netzstrom in \_\_\_\_\_ Schweißstrom
- ④ Einstellen des Schweißstroms  
mit Einstellkurbel (Streukernverstellung) und Skala  
(oder Stufenschalter (Windungsanzapfung) und Skala)
- ⑤ Anschlußbuchse für Schweißstromleitung
- ⑥ Anschlußbuchse für Schweißstromrückleitung

Vorteile	Nachteile
Keine Blaswirkung	Nichtgeeignet für basische Elektroden
Einfach und robuste Bauweise	In der Regel nur 1 Ph. An das Netz angeschlossen und damit ungleichmässige und hohe Belastung des Netzes (Absicherung!)
Sehr preisgünstig	Tiefe Schweißspannung d.h. schlechte Zündung des Lichtbogens
Gut für Rutilelektrode	

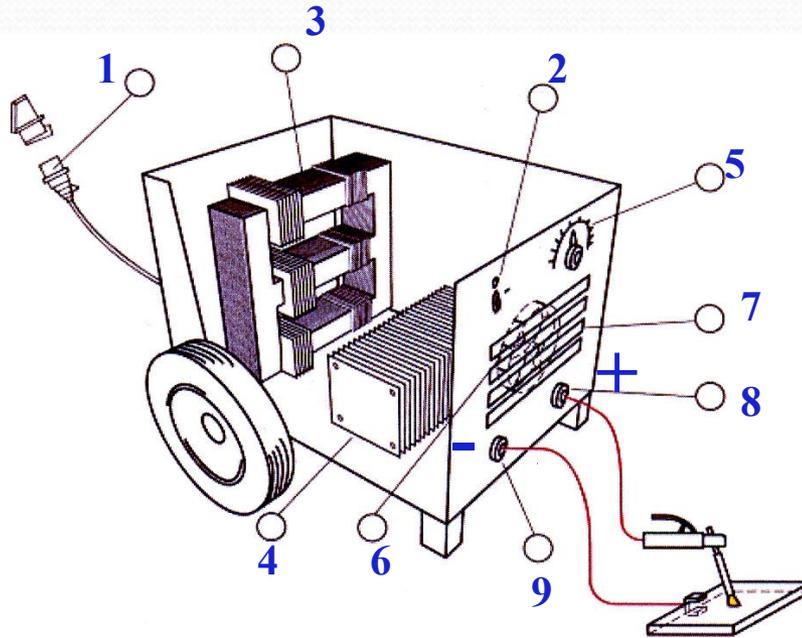
# Schweissgleichrichter

Im wesentlichen finden wir hier den obenerwähnten Transformator mit seinen Regeleinrichtungen wieder. Allerdings wird beim Schweissgleichrichter an der Ausgangswicklung, Sekundär, eine Gleichrichtereinheit angeschlossen. Dieses Bauteil wirkt wie ein  Rückschlagventil für den Strom. d.h., er kann das Bauelement nur in **einer Richtung passieren**. Durch geeignete Anordnung dieser aus Selen oder Silizium hergestellten Komponenten erreicht man einen pulsierenden, 50 Hz Gleichstrom, den man mittels Kondensatoren ausglätten kann. Die Kondensatoren bewirken, als Speicher genutzt, einen wesentlich verlängerter Zündspannungsstoss.

Vorteile	Nachteile
Preisleistung sehr gut	Blasenwirkung
Gute Zünd-und Schweisseigenschaften	Teurer als der Inverter
Feiner-Gleichstrom	Gewicht! Schwerer als der Inverter
TIG-Gerät kann angehängt werden	Geräusche
Geeignet für alle Elektroden-Typen	
In der Regel 3Ph. Anschluss günstiger Stromverbrauch geringere Absicherung notwendig.	

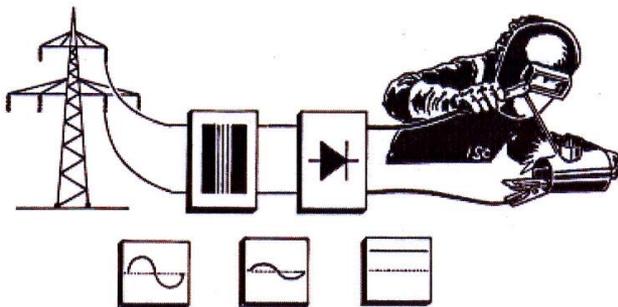


# Schweissgleichrichter



## Baugruppen

- ① Netzanschluß
- ② Ein-/Ausshalter
- ③ Transformator (dreiphasig)  
Aufgabe: Umwandeln hoher Netzspannung in niedrige Schweißspannung  
Umwandeln von niedrigem Netzstrom in hohen Schweißstrom
- ④ Gleichrichter  
Aufgabe: Umwandeln von \_\_\_\_\_
- ⑤ Einstellen des Schweißstroms mit Einstellknopf und Skala
- ⑥ Lüfter  
Aufgabe: Kühlen des Gleichrichter
- ⑦ Kühlschlitze
- ⑧ Anschlußbuchse für Basische Elektroden
- ⑨ Anschlußbuchse für Schweißstromrückleitung



Wechselstrom vom Netz

Schweisstrom = Gleichstrom

# Chopper

Eine interessante Zwischenstufe im Schweißgerätebau war der Chopper (englisch, Zerhacker) etwas feiner formuliert auch unter Halbinverter im Gespräch. Nebst dem primärgetakten Chopper für den mobilen Einsatz, nach dem Aufkommen der Vollinverter praktisch völlig verdrängt, gelangte der sekundärgetakte Zerhacker zu einer weiten Verbreitung. Es soll hier nur der letztgenannte Typ erläutert werden. Der Aufbau ähnelt stark dem eines Schweißgleichrichters. Allerdings ist die Gleichrichtereinheit durch Thyristoren ersetzt worden. Thyristoren sind nichts weiteres als Halbleiterelemente die einen hohen Strom gleichrichten und ihn bei Bedarf gewissermassen auf Kommando ausschalten können.

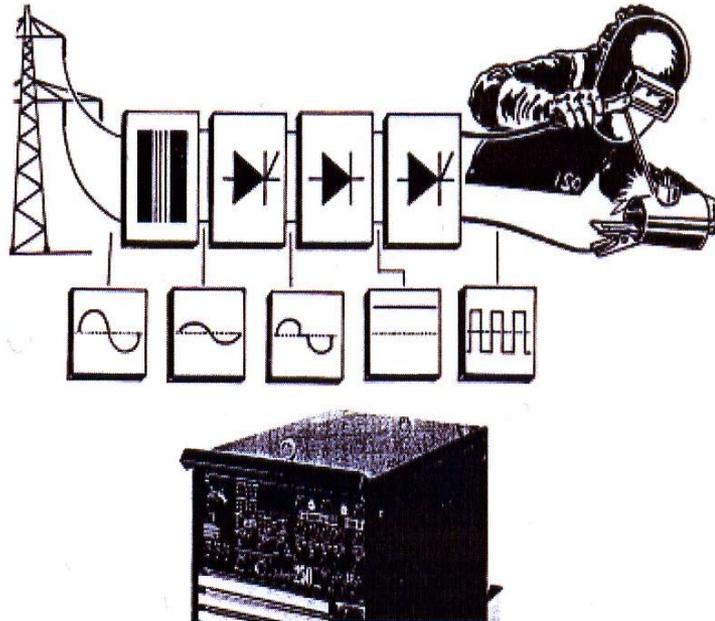
## Gesteuerter Gleichrichterdiode !



Im wesentlichen ein Rückschlagventil für Strom mit integriertem Abstellbahnen. Nun kann einerseits sehr elegant die Schweißstromleitung **reguliert** werden, indem man den vom Trafo kommenden Strom gewissermassen zuschneidet. Dank Rückregelung des eingestellten Stromwertes kann der Chopper nicht davonlaufen. die einmal eingestellten Stromwerte bleiben auch unter Last konstant. Ähnlich dem Inverter steht im AC Bereich (Wechselstrom TIG) keine sinusförmige Welle mehr zur Verfügung sondern es wird bewusst ein **scharfes Rechteck** erzeugt um die Oxydschicht des Aluminiums möglichst effizient aufzureissen. Im weiteren ist durch Steuern der Ober- bez. Unterwellen (Trivial: **Balanceregung, goldener Knopf**) eine genaue Wärmeeinbringung in das zu schweisende Medium möglich. Die Frequenz ist in der Regel starr bei 50 Hz.

**Im DC Bereich** (Gleichstrom), hier werden zusätzlich Kondensatoren zwecks **Glättung des Stromes** zugeschaltet, ist langsames, dem jeweiligen Arbeitsprozess angepasstes pulsieren möglich. Im weiteren lassen **Stromanstiegszeiten (Up Slope) / Abstiegszeiten (Down Slope) / Kraterfüllung** sehr gut steuern.

# Chopper



Wechselstrom vom Netz

Schweisstrom = Gesteuerter Wechsel o. Gleichstrom

**Vorteile:** sind hauptsächlich die bereits sehr vielfältigen Einsatzmöglichkeiten und die Möglichkeit viele Parameter separat einstellen zu können.

**Nachteile:** ist das grosse Gewicht-Volumenverhältnis zur angebotenen Nutzleistung. Bei TIG Maschinen fehlt in der Regel die Frequenzbeschleunigung im AC Bereich.

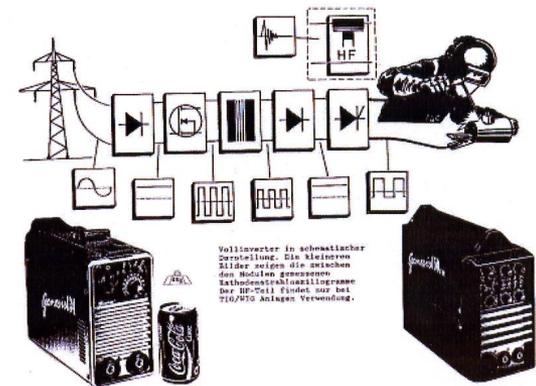
# Inverter

Der Inverter (deutsch: umgekehrt, umstellen) stellt momentan den neusten Stand der Technik dar. Der Aufbau ist **vollelektronisch** und kann nicht von vorhergenannten Generatoren abgeleitet werden. Am Eingang wird die Netzspannung **gleichgerichtet** und einer **Mosfet-Transistorstufe** zugeführt. Dieser Transistor ist im wesentlichen nichts anderes, als ein **sehr schneller Schalter** mit hohem Leistungsvermögen. Die gleichgerichtete Spannung wird nun **sehr hoch zerhackt**, in Standardgeräten um **30'000 – 50'000 Hz**, im ISO Genesis 134 gar bis 80'000 Hz. Diese so modulierte Spannung wird nun wieder einem **Transformator**, der infolge der hohen Taktfrequenz, bei gleicher Leistung sehr klein und leicht gebaut werden kann, zugeführt. Dort findet wieder eine Umwandlung von hoher Spannung kleiner Strom, in kleine Spannung hoher Strom, statt. Bei einfachen Gleichrichtergeräten wird der gewonnene Strom nun **wieder gleichgerichtet und geglättet**, dann als Nutzstrom abgegeben.

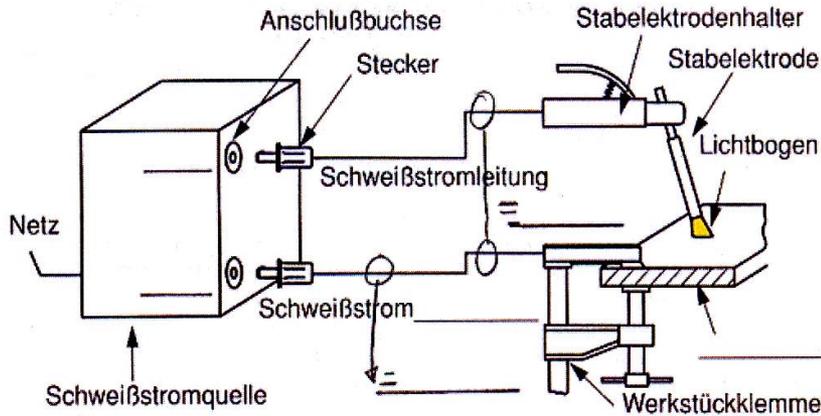
Zum TIGAVIG Schweißen wird zusätzlich noch die HF-Zündung benötigt um ohne Werkstückkontakt das Plasma aufzubauen. Beim Wechselstromschweißen erfolgt nach der letzten Gleichrichtung erneut eine Umformung mittels Thyristoren. Hier wird einerseits die Impulslängenmodulation im positiven wie im negativen Bereich gesteuert (Balanceregulung), andererseits wird auch die Arbeitsfrequenz hier festgelegt. In der Regel wird das Spektrum von 50 bis 240 Hz bereitgestellt, wobei Werte über 175 Hz faktisch nichts mehr bringen.

Vorteile	Nachteile
Geringes Gewicht	Störungen ins Netz
Sehr schöner gesteuerter Gleich- oder Wechselstrom	Teuer in der Anschaffung
Geringere Stromaufnahme, high tech vom Feinsten	Teure Reparaturen
Enorme Leistungen in kleiner Bauweise sind möglich	Staub- und Wasseranfällig
Verschiedene Applikationen sind möglich, z.B. Slopdown	

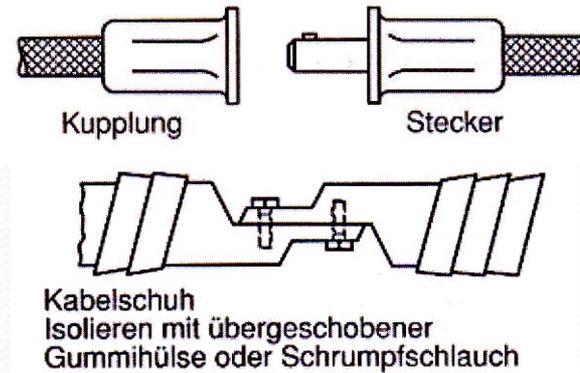
[www.isoarc.ch](http://www.isoarc.ch)  
[info@isoarc.ch](mailto:info@isoarc.ch)



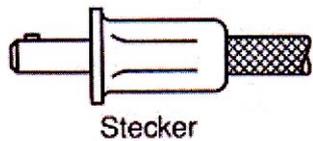
# Schweisszubehör im Schweißstromkreis



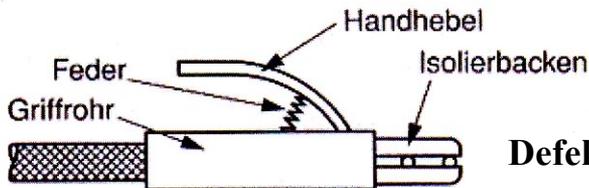
## Verbinden (Verlängern) von Schweißstromleitungen



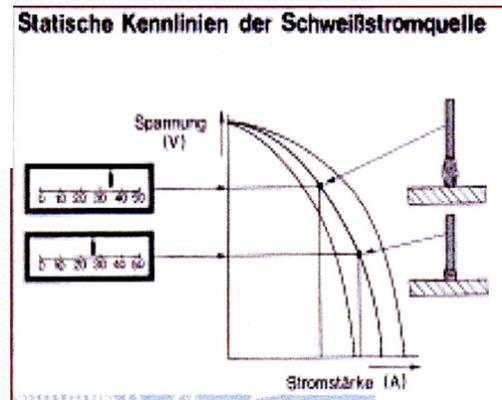
## Anschluss von Schweißstromleitungen an die Schweißstromquellen



## Vollisolierter Stabelektrodenhalter



## Defekte Isolierteile



## Wichtige Kenndaten:

- Zündspannung oder Leerlaufspannung
- Ampèrestärke
- Einschaltdauer
- Gleich- oder Wechselstrom
- Primäranschluss und Absicherung

# Einschaltdauer

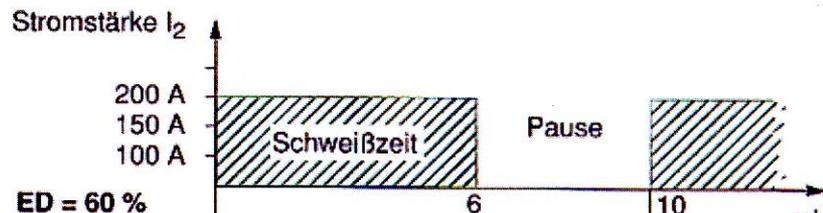
## Einschaltdauer (ED) - Symbol X

Zur Vermeidung unzulässiger Erwärmung der Schweißstromquelle darf je nach Schweißstromstärke bestimmte Einschaltdauer nicht überschritten werden:

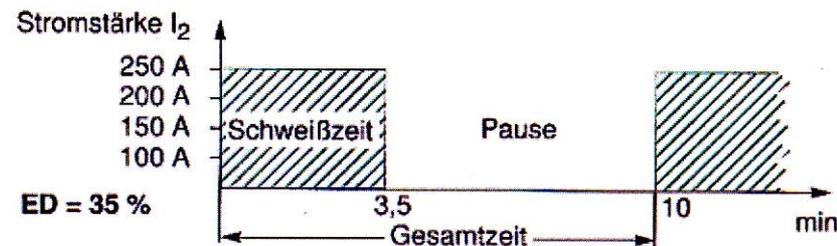
$$\text{Einschaltdauer} = \frac{\text{Schweißzeit}}{\text{Spieldauer}} \cdot 100 \% \quad \text{bezogen auf eine Spieldauer von 10 min}$$



**Schweißzeit = Spieldauer (10 min)**  
Schweißstromquelle ist ohne Pause im Betrieb.



**Schweißzeit = 60 % der Spieldauer (6 min)**  
Schweißstromquelle ist innerhalb der Spieldauer von 10 min zu 60 %.



**Schweißzeit = 35 % der Spieldauer (3,5 min)**  
Schweißstromquelle ist innerhalb der Spieldauer von 10 min zu 35 % 0 3,5 min in Betrieb.

**Je niedriger die Einschaltdauer, desto höher kann der Schweißstrom eingestellt werden.**

# Repetition

**Welche Arten von Schweissanlagen gibt es:**

Transformer = Wechselstrom

Umformer = Gleichstrom

Gleichrichter = Gleichstrom

Chooper = Gleich-und Wechselstrom

Inverter = Gleich-und Wechselstrom

# Leistungsschild – Kennwerte für das Schweißen

**Symbol für Kennlinie**  
fallende Kennlinie für E und WIG

**Symbol für Leistungsbereich**  
... A... V bis ... A... V

**Symbol für Schweißverfahren**  
E  
WIG  
MIG/MAG

**Symbol für Schweißstromquelle**  
Schweißtransformator  
Schweißgleichrichter  
Schweißgleichrichter (Inverter)  
Schweißsumformer  
Kombigerät (Transformator/Gleichrichter zum Schweißen)

**Symbol für Schweißstromquelle**  
Schweißtransformator  
Schweißgleichrichter  
Schweißgleichrichter (Inverter)  
Schweißsumformer  
Kombigerät (Transformator/Gleichrichter zum Schweißen)

**Symbol für Schweißstromquelle**  
Schweißtransformator  
Schweißgleichrichter  
Schweißgleichrichter (Inverter)  
Schweißsumformer  
Kombigerät (Transformator/Gleichrichter zum Schweißen)

**Symbol für Schweißstrom**  
= Gleichstrom  
~ Wechselstrom

**Leerlaufspannung  $U_0$**

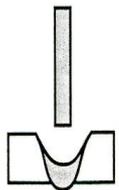
**Angaben für Elektrofachkraft**  
(mit Kennwerten für den Netzanschluss)

**Symbol für Schweißstromquellen,**  
Einschaltdauer (X) mit zugehörigen  $I_2$   $U_2$

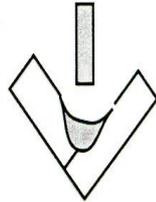
Hersteller od. Vertreiber od. Einführer		Warenzeichen	
Type:		Fabr.-Nr.	
		EN 60 974-1	
40 A / 22 V - 250 A / 30 V			
$U_0$	V	X	35 %
$U_2$	V	$I_2$	250 A
		$I_1$	200 A
			28 V
			26 V
$\square$ $\cos \phi$ 0,68 (150 A) $\cos \phi$ 0,82 (250 A)			
$U_1$	V	T	35 A
		T	20 A
		S <sub>1</sub>	16,3 kVA
		S <sub>2</sub>	10,3 kVA
L. KL. H			
KÜHLART		AF IP 21	

Reine Wechselstromanlagen haben keine erkennbaren Ausgänge z.B. Pos. Neg. oder +/-, Kabel gehen meisten direkt aus dem Gerät hinaus.

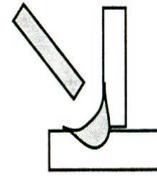
# Arbeits- und Hauptschweis-Positionen



w = Wannenposition



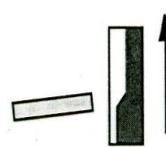
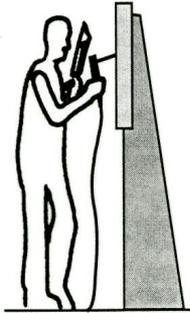
w = Wannenposition



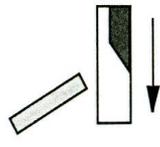
h = Horizontalposition

**W**= Wannenposition: waagrechtes Arbeiten, Nahtmittellinier senkrecht, Decklage oben

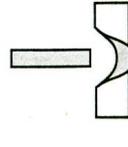
**H**= Horizontalposition: horizontales Arbeiten, Deckenlage nach oben



s = Steigposition



f = Fallposition



q = Querposition

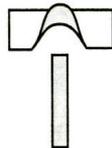
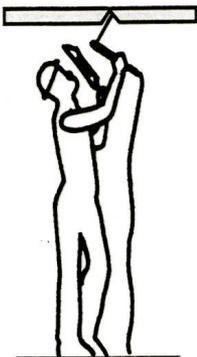
**S**= Steigposition: steigendes Arbeiten

**F**= Fallposition: fallendes Arbeiten

**Q**= Querpositionen: waagrechtes Arbeiten, Nahtmittellinie horizontal

**U**= Überkopfposition: waagrecht Arbeiten, Überkopf, Nahtmittellinie senkrecht, Decklage unten

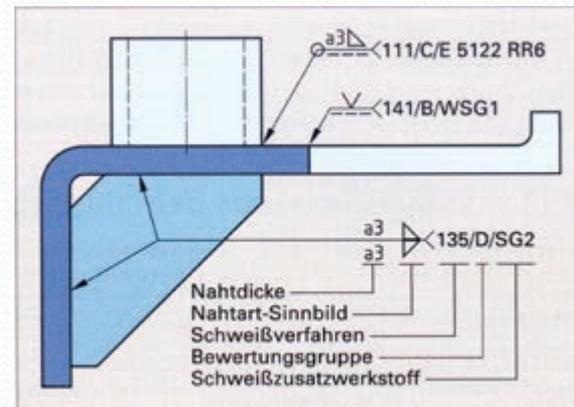
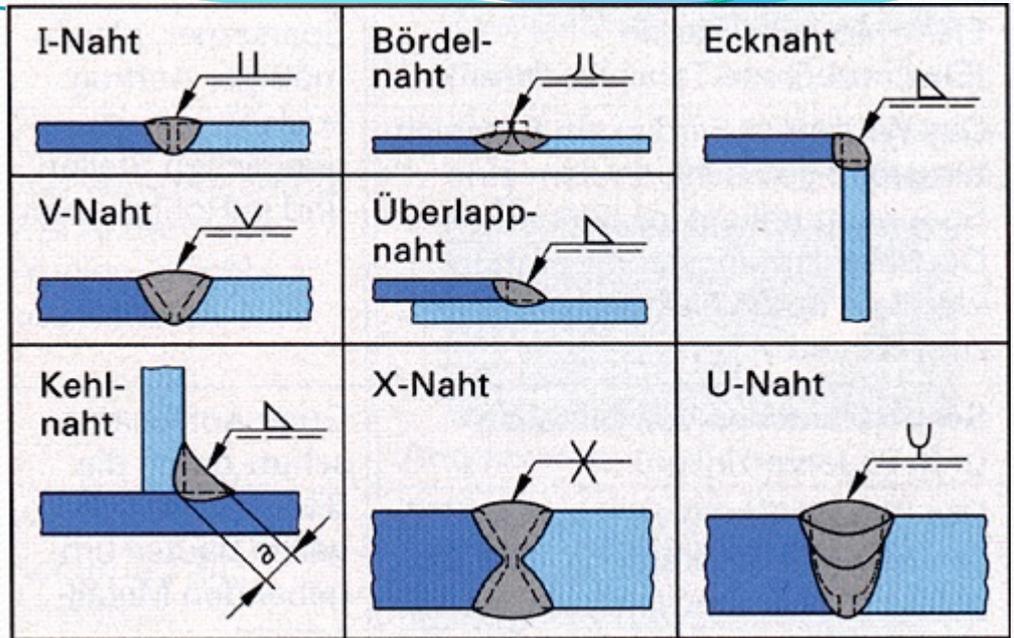
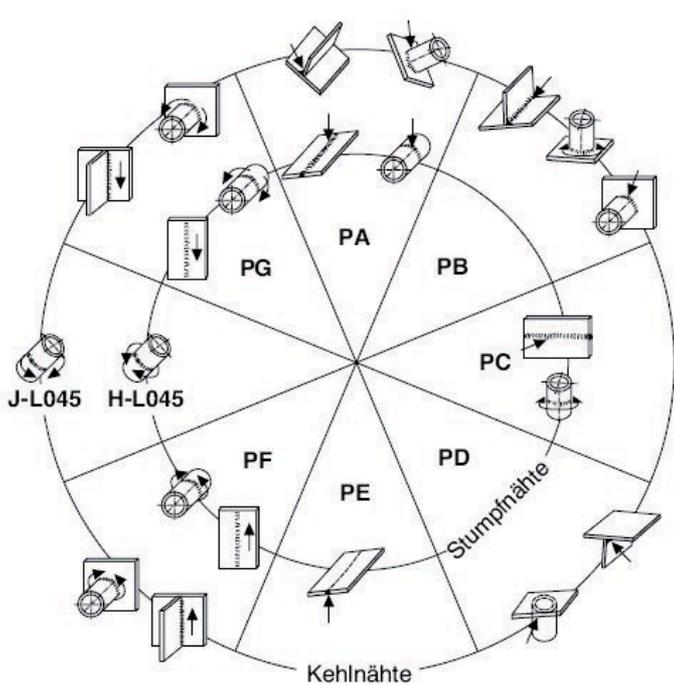
**Hü**= Horizontal-Überkopfposition: horizontales Arbeiten, Überkopf, Deckenlage nach unten



ü = Überkopfposition



hü = Horizontalüberkopfposition



# Erläuterung der EN 499 Norm:



zu 1: Kennbuchstaben E = Lichtbogenhandschweißen

zu 2: Kennzeichen für Streckgrenze, Festigkeit und Dehnung des Schweißgutes

Kennziffer	Mindeststreckgrenze N/mm <sup>2</sup>	Zugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Mindestdehnung %	Bemerkung
35	355	440-570	22	für Baustähle St 37 - St52
38	380	470-600	20	
42	420	500-	20	für höherfeste Feinkombau- stähle
46	460	530-680	20	
50	500	560-720	18	

zu 3: Kennzeichen für Kerbschlageigenschaften des Schweißgutes

Kennbuchstabe	Kennziffer	Mindest-Kerbschlagarbeit 47 J°C	Die Kerbschlagarbeit ist ein Maß für die Zähigkeit des Werkstoffes und wird in J = Joule gemessen. Die Kennzeichen geben an, bei welcher Prüftemperatur die Kerbschlagarbeit von 47 Joul erreicht wird. Je höher die Kennziffer, desto zäher das Schweißgut.
Z		keine Anforderungen	
A		+20	
0		0	
2		-20	
3		-30	
4		-40	
5		-50	
6		-60	

zu 4: Kurzzeichen für die chemische Zusammensetzung des Schweißgutes

Legierungs- kurzzeichen	Chemische Zusammensetzung in %			
	Mn (Mangan)	Mo (Molybdän)	Ni (Nickel)	
kein Kurzzeichen	2.0	-	-	für Baustähle St 37 - St52
Mo	1.4	0.3 - 0.6	-	für niedriglegierte Molybdän-Stähle
MnMo	>1.4 - 2.0	0.3 - 0.6	-	
1 Ni	1.4	-	0.6 - 1.2	für höherfeste Feinkornstähle (bis maximal 500N/mm <sup>2</sup> Streckgrenze).
2 Ni	1.4	-	1.8 - 2.6	
3 Ni	1.4	-	2.6 - 3.8	
Mn1Ni	>1.4 - 2.0	-	0.6 - 1.2	
1NiMo	1.4	0.3 - 0.6	0.6 - 1.2	

Jede andere vereinbarte Zusammensetzung

zu 5: Kennzeichen für die Art

Kurzzeichen	Umhüllungsarten der Stabelektroden
A	sauerumhüllt
C	zelluloseumhüllt
R	rutilumhüllt
RR	rutilumhüllt (dick)
RC	rutilzelluloseumhüllt
RA	rutilsauerumhüllt
RB	rutilbasisch-umhüllt
B	basisch umhüllt

zu 6: zusätzliche Kennziffern für Ausbringung und Stromart

Zusätzliche Kennziffer	Ausbringung %	Stromart
1	<105	Wechsel- und Gleichstrom
2	<105	Gleichstrom
3	>105 ≤ 125	Wechsel- und Gleichstrom
4	>105 ≤ 125	Gleichstrom
5	>125 ≤ 160	Wechsel- und Gleichstrom
6	> 125 ≤ 160	Gleichstrom
7	>160	Wechsel- und Gleichstrom
8	>160	Gleichstrom

zu 7: zusätzliche Kennziffern für die Schweissposition

zusätzliche Kennziffer	Schweispositionen
1	alle Positionen
2	alle Positionen, ausser Fallposition
3	Stumpfnah, Wannenposition, Kehlnah, Wannen-, Horizontal-, Steigposition
4	Stumpfnah, Wannenposition, Kehlnah, Wannenposition
5	wie 3, und Fallposition empfohlen

zu 8: Kennzeichen für den diffusiblen Wasserstoff

Kennzeichen	Wasserstoffgehalt in cm <sup>3</sup> je 100g Schweißgut max.
H 5	5
H 10	10
H 15	15

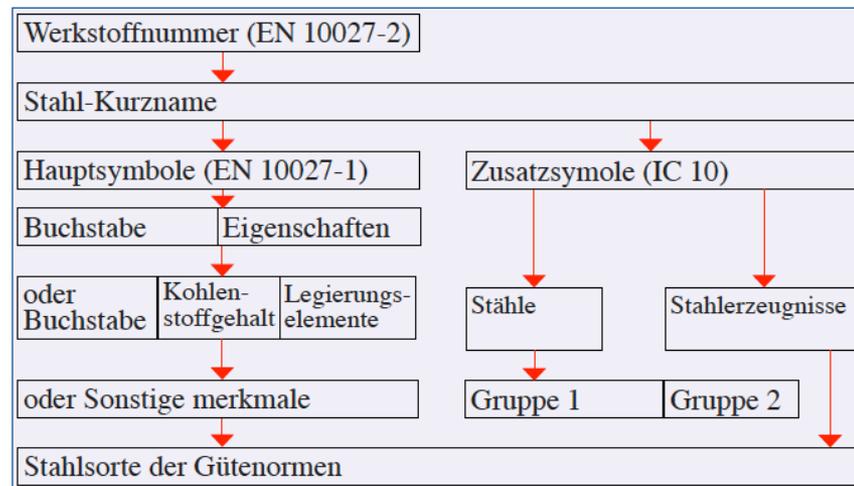
Beachte: Je Niedriger der Wasserstoffgehalt, um so rissicherer ist das Schweißgut (Kaltrisse).

## Bezeichnungssysteme für Stähle

Zusatzsymbole für Kurznamen ( DIN V 17006T.100 (1991), ECISS IC 10 (1991), EN 10027 - 1 (1992) Gruppe 1

Buchstaben	Hauptsymbolen
S= G= Stahlguss vorangestellt falls erforderlich	Stähle für den Stahlbau Beispiel: S355JO bisher: Fe 510C Eigenschaften: Mindeststreckgrenze ( $R_e$ ) in N/mm <sup>2</sup> für geringste Erzeugnisdicke (drei Ziffern folgen)
P= G= Stahlguss vorangestellt falls erforderlich	Stähle für den Stahlbau Beispiel: R265B bisher: FeE265KR Eigenschaften: Mindeststreckgrenze ( $R_e$ ) in N/mm <sup>2</sup> für geringste Erzeugnisdicke (drei Ziffern folgen)
L=	Femleitungsrohr Beispiel: L360QB bisher: 360QT Eigenschaften: Mindeststreckgrenze ( $R_e$ ) in N/mm <sup>2</sup> für geringste Erzeugnisdicke (drei Ziffern folgen)

## Bezeichnungen für Werkstoff-Nummer



Zusatzsymbole für Stähle			
Gruppe 1			Gruppe 2
Krebstschlagarbeit in Joule		Prüftemperatur	
27J	40J	60J	°C
JR	KR	LR	+ 20
JO	KO	LO	0
J2	K2	L2	- 20
J3	K3	L3	- 30
J4	K4	L4	- 40
J5	K5	L5	- 50
J6	K6	L6	- 60

M = Thermomechanisch umgeformt  
N = Normalgeglüht oder normalisierend umgeformt  
Q = Vergütet  
G = Adere Güten, wenn erforderlich 1 oder 2 Ziffer

C = Mit besonderer Kaltumformbarkeit  
D = Für Schmelzübergänge  
E = Für Emaillierung  
F = Zum Schmieden  
L = Für Niedrigtemperaturen  
M = Thermomechanisch umgeformt  
N = Normalgeglüht oder normalisierung umgeformt  
O = Für Offshore  
Q = Vergütet  
S = Für Schiffsbau  
T = Für Rohre  
W = Wetterfest

Buchstaben und Ziffer = Symbole für vorgeschriebene zusätzliche Elemente, z.B. Cu zusammen mit einer einstelligen Zahl, die multipliziert mit 10, den Mittelwert der vorgeschriebenen Spanne des Gehaltes (auf 0.1% gerundet) des Elements angibt.

M = Thermomechanisch umgeformt  
N = Normalgeglüht oder normalisierend umgeformt  
Q = Vergütet  
B = Gasflaschen  
S = Einfache Druckbehälter  
G = Adere Güten, wenn erforderlich 1 oder 2 Ziffer

H = Hochtemperatur  
L = Niedrigtemperatur  
R = Raumtemperatur

M = Thermomechanisch umgeformt  
N = Normalgeglüht oder normalisierend umgeformt  
Q = Vergütet  
G = Adere Güten, wenn erforderlich 1 oder 2 Ziffer

# Ausbringen von Stabelektroden

Ausbringung in % =

$$\frac{\text{Gewicht des Schweißgutes}}{\text{Gewicht des abgeschmolzenen Kernstabes}} \cdot 100$$

Durch zusätzliches \_\_\_\_\_ in der Umhüllung kann die Ausbringung \_\_\_\_\_ gesteigert werden.

Ausbringung 100 %  
ϕ 4 mm x 450 mm



Gewicht des Kernstabs etwa 40 g  
Umhüllung ohne Eisenpulver

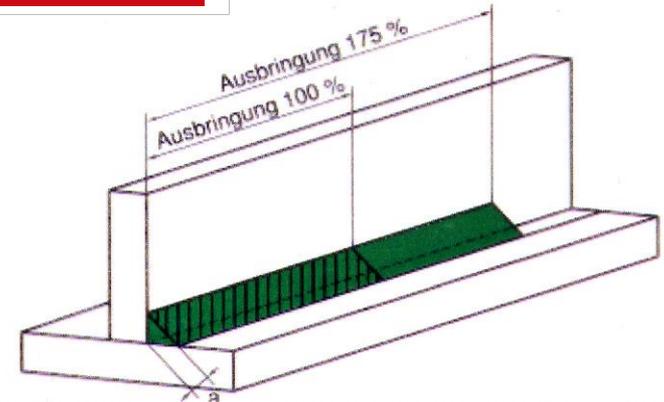
Gewicht des Schweißgutes gleich Gewicht des abgeschmolzenen Kernstabes.

Ausbringung 175 %  
ϕ 4 mm x 450 mm



Gewicht des Kernstabs etwa 40 g  
Umhüllung enthält Eisenpulver (z.B. 30g)

Gewicht des Schweißgutes ist um 75 % grösser als das Gewicht des abgeschmolzenen Kernstabes.  
(Kernstab + Eisenpulver)



Die Ausbringung einer Stabelektrode wird in einer besonderen Kennziffer angegeben (neue Norm).

Nach alter Norm werden Stabelektroden mit einer Ausbringung über 160 % „Hochleistungselektroden“ genannt und in Klassen 11 und 12 eingeteilt.

Hochleistungselektroden können nur in Wannenlage oder in Horizontalposition bei Kehlnähten verschweisst werden.

**ISOARC Elektroden mit mehr als 160% Ausbringung:**

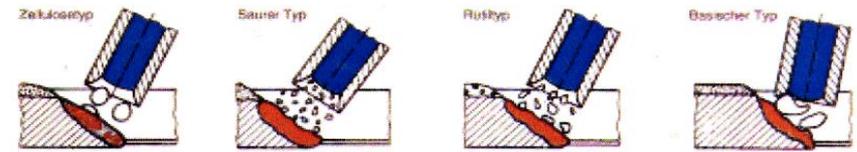
ISOARC 123

ISOARC 162

ISOARC 164

# Umhüllungscharakter

Eigenschaften	Rutil	Basisch
<b>Mech. Werte</b>		
Zugfestigkeit:	490-540	480-540
Streckgrenze:	415-465	390-440
Dehnung: (%)	24	25
Kerbschlagarbeit: (Joule)	60J/ + 20°C	60J/ + 20°C
<b>Weitere Eigenschaften</b>		
Schweissbad:	Schwabblig	Fest / Kontrollierbar
Schweissposition:	W,H	Alle ausser F
Raupe:	Feinschuppig	Wenig Schuppen / dicht
Polung:	Minus Pol	Plus Pol
Wärmebehandlung:	Keine	Keine bis St. 52
Rücktrocknung:	Keine	200°C / 2 St.
Einsatzgebiet:	Gestelle, Tore, Trepengeländer, Blechschiessung	Landwirtschaft, Bauindustrie, Stahlbau, Temp. Schwankung



Zellulosetyp	Saurer Typ	Rutiltyp	Basischer Typ
Zellulose 40	Magnetit Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> 50	Rutil TiO <sub>2</sub> 45	Flußspat CaF <sub>2</sub> 45
Rutil TiO <sub>2</sub> 20	Quarz SiO <sub>2</sub> 20	Magnetit Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> 10	Kalkspat CaCO <sub>3</sub> 40
Quarz SiO <sub>2</sub> 25	Kalkspat CaCO <sub>3</sub> 10	Quarz SiO <sub>2</sub> 20	Quarz SiO <sub>2</sub> 10
Fe - Mn 15	Fe - Mn 20	Kalkspat CaCO <sub>3</sub> 10	Fe - Mn 5
Wasserglas	Wasserglas	Fe - Mn 15	Wasserglas
		Wasserglas	

# ISOARC Produkt-Übersicht

## **Niedriglegierte:**

---

---

---

## **Mittel- und Hochlegierte:**

---

---

---

## **Rostfreie:**

---

---

---

## **Hartauftrag:**

---

---

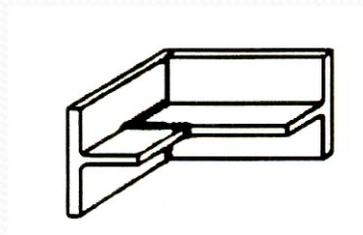
---

# Produkte

ISOARC = Inbegriff für **Qualitäts- Elektroden**

**48M / 112**

**R**



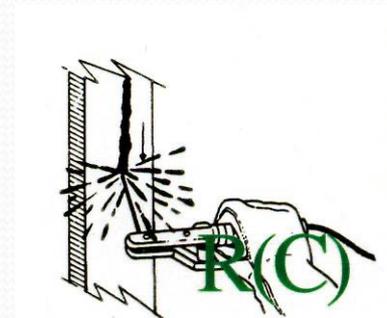
**RUTIL**  
mitteldick umhüllt !

**Schweissen: MINUS POL**

**RR**

**46 / 114**

**RUTIL**  
dick umhüllt !



**6010 / 6012**

**Cellulose nur mit CE**  
**Geräte!**

# Produkte

ISOARC = Inbegriff für **Qualitäts- Elektroden**

36 / 136

Basisch nicht mit B. Anteil

1/2



**Schweissen: PLUS POL**



56 / 35

Vollbasisch

1/1

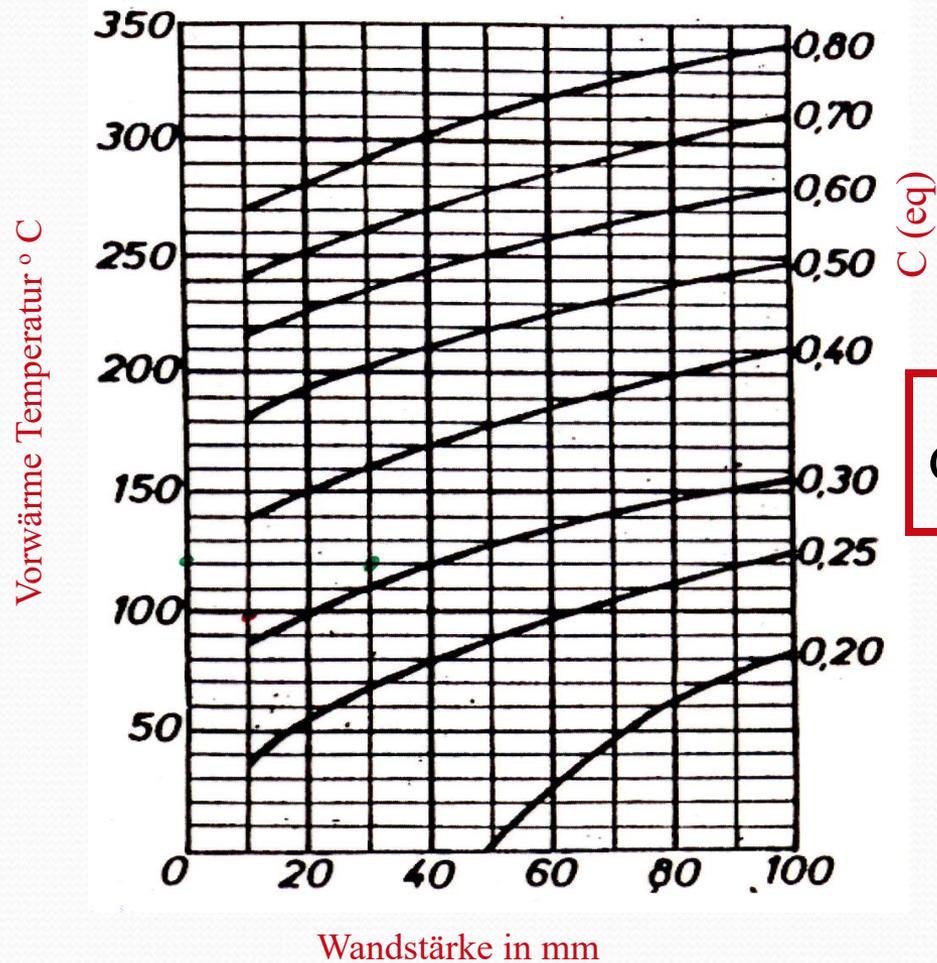


141 / 142

Vollbasisch mit  
Leg. Anteile!

# Stähle

## Vorwärm-Temperatur



$$C (eq) = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15}$$

# Glühen

Bei der Wärmebehandlung der Stähle unterscheidet man Glühen und Härten. Unter **Glühen** von Stahl versteht man das **langsame** Erwärmen auf eine bestimmte Temperatur, das Halten auf dieser Temperatur und das nachfolgende **langsame** Abkühlen

Man unterscheidet:	Spannungsarmglühen
	Weichglühen
	Normalglühen

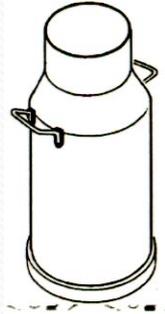
Durch **Spannungsarmglühen** werden **Spannungen verringert**, welche durch giessen, walzen, schmieden, schweißen oder durch starke spannende Formungen entstanden sind. Dabei werden die Werkstücke 1-2 Std. geglüht und dann sehr **langsam**; abgekühlt. Die Temperaturen liegen für unlegierte Stähle zwischen 550 und 600 °C, für niedriglegierte Stähle zwischen 650 und 700 °C.

Durch **Weichglühen** wird **gehärteter oder kaltverfestigter Stahl wieder weich gemacht**, um ihn gut bearbeiten zu können. Er wird je nach Vorschrift des Herstellers bis zu mehreren Stunden gekühlt und **langsam** abgekühlt. Weichgekühlt werden unlegierte Stähle zwischen 680 °C und 730 °C, niedriglegierte Stähle zwischen 710 oder 730 °C und hochlegierte Stähle von 800 bis 850 °C.

Das **Normalglühen** oder Normalisieren wird angewandt, wenn **das Gefüge** beim Walzen, Schmieden, Giessen oder durch Glühbehandlung, z.B. Einsetzen, ein **ungleiches oder grobes Korn erhalten hat**. Die Werkstücke bekommen dadurch wieder ein feines, gleichmassiges Gefüge. In der Regel genügt ein kurzzeitiges Glühen für unlegierte Stähle zwischen 820 und 910 °C und für niedriglegierte Stähle von 850 bis 920 °C.

# Aluminium

Aluminium-Elektroden können nur mit Gleichstrom verschweisst werden. Aufgrund der hohen Wärmeleitfähigkeit von Aluminium soll je nach Grösse des Werkstückes vorgewärmt werden, damit mit der Lichtbogenhitze die Aufschmelzung des Grundstoffes möglich wird und eine Verbindung zustande kommt. Wer das erste Mal Aluminium elektrisch schweisst, wird in der Regel nur die Elektrode abschmelzen. An Stelle einer Naht liegt Aluminium kugelförmig in der Nähe der gewünschten Naht; aber es hat sich keine Raupe gebildet. Bei dünnerem Material kommt es auch vor, dass die Lichtbogentemperatur, ca. 5'800-6'000°C, Locher brennt anstelle einer Naht. Wir raten daher, das Elektro-Schweissen von Aluminium zuerst an einem Abfallstück auszuprobieren. Anstelle einer Vorwärmung kann die vorgeschriebene Stromeinstellung wesentlich erhöht werden, diese muss aber sobald eine Verbindung entsteht-also das Werkstück dadurch erwärmt wurde- auf normal reduziert werden. Die Abschmelzung der Elektrode ist etwa doppelt so schnell wie bei Stahl. Bei dünnem Material (2-6 mm) soll die Naht lang gezogen werden, um das Durchfallen zu vermeiden. Aluminium unter 2,0 mm soll nur mit Argonarc geschweisst werden. Sobald der Schweisser versteht, sich an den geringen Temperatur-Bereich von 300°C - 500°C im Werkstück zu halten, können mit ISOARC 720 sehr gute und schöne Nähte geschweisst werden. Nach dem Schweissen soll die Naht auf beiden Seiten mit heissem Wasser und einer Bürste (nicht Stahlbürste) sehr gut abgebürstet und mehrfach abgespült werden, damit alle Umhüllungsrückstände (Schlacke) vollständig entfernt werden. Aluminium kann nur mit einem geeigneten Gerät verschweisst werden, und zwar nur mit Gleichstrom.



# Un- und Niedriglegierten Stählen

Produkt	Werkstoff	Vorwärmung	Wärmebehandlung
ISOARC 35	Kohlenstoffstähle mit C<0,20 %	Bei Wandstärken bis >40mm 100-150°C	Im allgemeinen nicht notwendig
ISOARC 35	Kohlenstoffstähle mit C<0,20 %	Abhängig vom C-Eq bis 350°C	Im allgemeinen nicht notwendig
ISOARC 142	Feinkornstähle	<100°C ZWLT <220°C	Spannungsarmglühen 600°C/2h
B81 / B 82 / B84	Stähle für tiefe Temperaturen	Ohne ZWLT <150°C	Evtl. Spannungsarmglühen 550°C-620°C / 1-2h
ISOARC 33 / 151	Warmfeste Stähle	Ohne bei Wandstärken über 25mm 100-200°C ZWLT<300°C	Je nach Werkstoff 620- 730°C / 1-2h

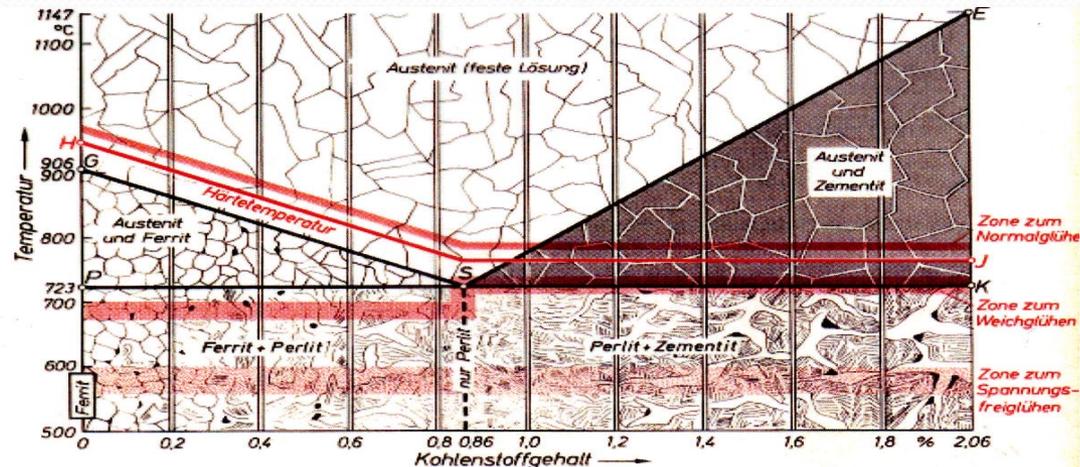


Bild 116/4: Eisen-Kohlenstoff-Schaubild

# Produkte

Legierte Elektroden

**Oerlikon 312 R**

**Höchste Festigkeit  
nicht Vorwärmen !**

**29Cr9Ni**

unbekannten Stähle  
Schwarz- Weiss- Verbindungen  
Federstahl  
Zylinder

**Hartauftragung:**  
Stahl auf Stahl

**Oerlikon 307 R**

**2 Höchste Festigkeit  
Vorwärmen möglich !**

**CrNi18.8Mn6**

Mn- Legierte Stähle  
Baumaschinen- Verbindungs-  
Schweissen

**Hartauftrag:**  
Stahl auf Stahl etwas härter als  
168

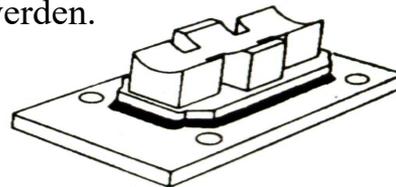
**Oerlikon 309 L Mo**

**24/13 Mo**

# Legierte Stähle

Die hochlegierte Chrom-Nickel-Mangan Elektrode ISOARC 168 erlaubt das Schweißen von fast allen schwer schweisbaren Stählen, wie Werkzeugstahl, Federstahl, Schnellarbeitsstahl, Manganhartstahl und andere legierte Stähle. Verbindungen zwischen rostfreien Stählen und anderen Stählen lassen sich mit ISOARC 168 ebenfalls mit optimalen Resultaten ausführen. Gutwerte wie Rissicherheit, Zugfestigkeit und Dehnung sind fast doppelt so hoch wie bei einer normalen Stahlektrode. Das Schweißen von Stählen mit ISOARC 168 ist ähnlich wie unter Guss beschrieben, mit dem Unterschied, dass nicht gehämmert werden soll und die Temperatur im Werkstück mindestens handwarm, aber nie wärmer als 400° C werden darf. Man soll deshalb ebenfalls relativ kurze Nähte ohne pendeln der Elektrode legen, und warten bis sich das Werkstück wieder auf ca. 200° C abgekühlt hat, bevor weitergeschweisst wird.

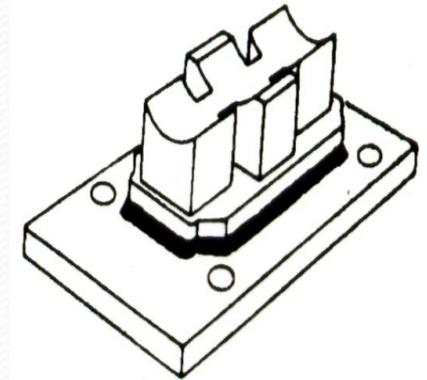
Die Nahtlänge hängt von der Dicke (Wärmeableitung) des Werkstückes ab. Um die obere zulässige Temperatur einigermaßen abzuschätzen, kann ein Stück weiches Holz etwa 6 bis 10 Sekunden nach dem Schweißen neben der Naht auf das Werkstück gepresst werden. Wenn es anfängt, Rauch zu entwickeln oder sich sprich die Temperatur braun verfärbt, war die Wärmezufuhr zu hoch. Die zu hohe Temperatur hat zwar auf die Schweissnahtgüte keinen nennenswerten Einfluss, dafür aber auf den Stahl in der überhitzten Zone, welcher durch die Strukturveränderung zum schwächsten Teil im Werkstück wird. Mit einem gut entwickelten Gefühl für den Wärmezustand im Werkstückes können selbst bei komplex legierten Stählen mit der ISOARC 168 Schweissverbindungen hergestellt werden, welche einem ungeschweissten Stück fast ebenbürtig sind. Die sorgfältige Vorbereitung des Werkstückes bildet jedoch einen wichtigen Bestandteil der Bindung. Es muss vollkommen durchgeschweisst werden, das heisst bei einer X-Naht muss von beiden Seiten her durchgeschweisst werden. Die erste Lage der einen Seite soll auf der Rückseite soweit ausgeschmirgelt werden, bis keine Poren, Schlackeneinschlüsse oder Unebenheiten mehr vorhanden sind. Erst dann kann auf der Rückseite die erste Lage geschweisst werden.



# Legierte Stähle

1) Möglichst viel über den Werkstoff in Erfahrung bringen:

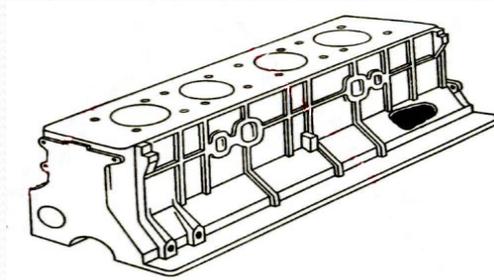
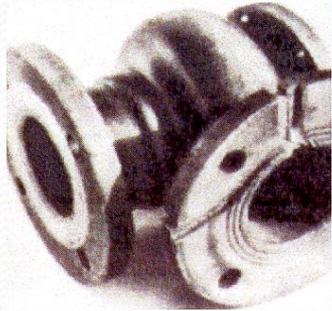
A)	Werkstoff-Nr.?
B)	Legierungsbestandteile?
C)	Belastbarkeit / Zug / Druck / Schlag, usw.
D)	Einsatzgebiet?



2) Die vom Stahllieferanten vorgeschriebenen Vorwärmtemperaturen einhalten. (Siehe Kohlenstoff-Diagramm ! Oder Kaltschweissen !

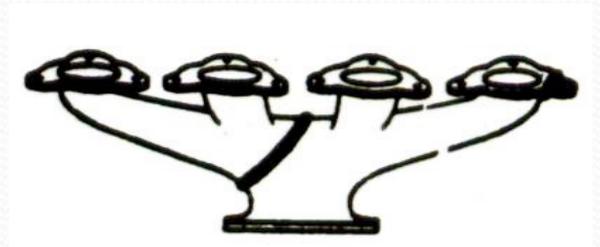
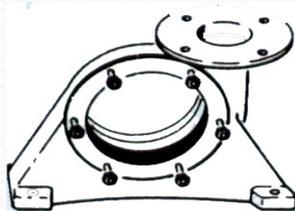
3)	Langsam abkühlen lassen
4)	Nicht bei Minustemperaturen schweissen
5)	Evtl. Spannungsarmglühe! (Siehe Diagramm)
6)	Einen dipl. Schweissfachmann für wichtige Arbeiten einsetzen
7)	Beratung Ihres Schweisszusatzlieferanten einholen

## Oerlikon Superfont Ni



Reinnickel  
HB 180  
Neue GG + Rep. Von  
GG- GGG.  
Einsetzen bei Universal-Guss

## 268 Bimetall **Universal-Guss**



## Oerlikon Superfont NiFe

Ferro- Nickel  
HB 220  
GG- GGG + GS  
GT (W.S.P.)

## Oerlikon Xtra

Basisch nicht bearbeitbar „resp. nur  
durch schleifen“!  
Erst einsetzen wenn alles andere  
nicht geht!

Wie oft fallen kostbare Maschinen und Betriebsstunden wegen eines Bruchs in einem Gussteil aus, weil dieses Teil schwer oder gar nicht ersetzbar ist. Auf keinem anderen Schweissssektor als dem der Gussreparatur- Schweissung lassen sich mit einem so minimalen Aufwand an Elektroden, Zeit und etwas Geschick so grosse Ersparnisse erzielen.

Es wäre jedoch falsch zu behaupten, es sei einfach, Gussstücke einwandfrei zu Schweissen. Dazu braucht es nicht nur theoretische Kenntnisse sondern vor allem eine Portion Gefühl und Geschick. Die **Wärmschweissmethode** sollte dem Fachmann überlassen werden, da die notwendigen Einnchtungen, das Werkstück genügend zu erwärmen und in heissem Sand oder Asche abzukühlen, beim Gelegenheitsschweisser kaum vorhanden sein dürften. Die **Kaltschweissmethode** hat sich überdies bestens bewährt; und es werden jedes Jahr etliche Millionen damit eingespart. **Das Wesentliche bei der Kaltschweissung von Grauguss ist, dass das Gussstück nicht wärmer als handwarm werden darf.**

Um die Wärmezufuhr möglichst klein zu halten, verwendet man Elektroden mit einem kleinen Durchmesser, also Elektroden mit 3,25 mm anstelle von 4,0 oder 5,0 mm Durchmesser. Die Stromstärke soll derart tief eingestellt sein, dass gerade noch eine gute Verbindung entsteht. Es dürfen, je nach der Dicke des Werkstückes, nur so lange Raupen gelegt werden, dass das Gussstück höchstens handwarm wird, also etwa 2 bis 5 cm. Die kurze Raupe soll dann ganz leicht und kurz „3 bis 4 Sekunden“ mit der Pinne eines kleinen Hammers geschlagen werden. Diese Schläge müssten sie auf der eigenen Hand noch gut vertragen können. Danach soll man mit dem Handballen die Wärme im Gussstück an der Schweissstelle prüfen. Muss man die Hand wegen der Wärme in weniger als einer Sekunde zurückziehen, war die Raupe zu lang oder die Stromstärke zu hoch eingestellt. Die folgende Raupe soll kürzer gelegt werden. Die nächste Raupe wird aber erst gelegt, wenn man die Hand mindestens 10 Sekunden auf der vorhergehenden Naht belassen kann. Auf diese Art kann das Gussstück mit **ISOARC 210** sehr erfolgreich fertig geschweisst werden.

ISOARC 210 besteht aus einem Reinnickel-Kerndraht und einer speziellen Umhüllung, welche bei sehr guter Benetzung eine tiefe Stromeinstellung gestattet und sich leicht verschweissen lässt. Das Schweissgut ist leicht feilbar und hat neben hoher Dehnung eine Zugfestigkeit, die gleich oder sogar besser ist als beim Grauguss. ISOARC 210 lässt sich auf allen Schweissapparaten gut verschweissen. Wechselstrom mit höherer Zündspannung ist jedoch wünschenswert. Noch ein Hinweis zur Vorbereitung:

Gussteile unter 7-8 mm Dicke sollen für das Schweissen nichtangeschrägt werden. Stücke über 8 mm sollen nur so tief angeschrägt werden (ca. 90°), dass immer entweder 6 mm oder 1/4 der Materialdicke unangeschrägt bleiben.

Gußwerkstoffe	Gußeisen			Schwarzer Temperguß	Stahlguß
	mit Lamellengraphit	mit Kugelgraphit			
Schliffbilder 100 fach vergrößert					
Art des Kohlenstoffs	grobblättrig	feinblättrig	kugelig	flockig	chemisch gebunden, Eisenkarbid
Grundgefüge des Schliffbildes	Ferrit-Perlit	Ferrit-Perlit	Perlit	Ferrit	
Zugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	98...245	206...390	390...785	345...685	375...685

Bild 48/2: Kohlenstoffeinklagerung in Eisengußwerkstoffen

Guss-Sorten	
GO	Gusseisen mit Lamellengraphit 210 (Grauguss)
GGG	Gusseisen mit Kugelgraphit 210
GH	Hartguss 268
GS	Stahlguss 268/270
GTW	Temperguss weiss 210/268
GTS	Temperguss schwarz 210/268
GTP	Temperguss perlitisch 210/268
GGK	Kokillengusseisen 260/268
GSZ	Schleuder-Stahlguss 270

# Inox

Möglichst artgleiche  
Werkstoffe verwenden!

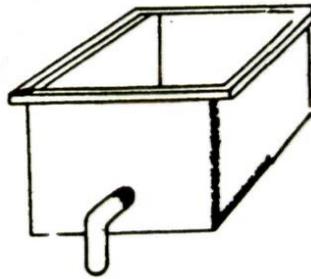
**308 LSi**



**316 LMo**

V4A säurebeständig  
19/13 Mo3

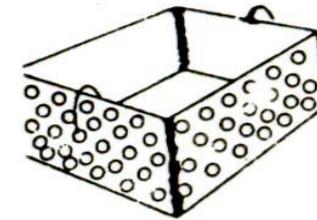
**304 L**



V2A rostfrei aber nicht  
säurebeständig 19/9

**309 LMo**

**Inox - Universal**



**310**

25/20 hitzebeständig  
„Oven usw.“!

# Rostfreie Stähle

Rostfreie Stähle werden aus verständlichen Gründen vermehrt verwendet. **ISOARC 316** mit 18-20% Chrom, 10-12% Nickel und 2,5-3% Molybdän und sehr tiefem Kohlenstoffgehalt, kann fast für alle Verbindungen an rostfreien Stählen erfolgreich angewendet werden. Rostfreie Stähle benötigen keine Wärmebehandlung, weder vor, während noch nach dem Schweißen. Es soll mit möglichst wenig Ampere gearbeitet werden, damit der Stahl nicht zu fest erhitzt wird.

**Man wählt zudem eine um einen Durchmesser dünnere Elektrode als bei Fluss-Stahl.** Die Schweißnähte sollen möglichst ohne Pendelbewegungen ausgeführt werden. Verzug durch Wärmeeinfluss ist beim rostfreien Stahl etwa doppelt so stark wie beim Fluss-Stahl. ISOARC 316 lässt sich auf Wechselstrom von 50 Volt (Leerlaufspannung) und mehr gut verschweißen. Die Vorteile vom Gleichstrom kommen insbesondere bei den rostfreien Elektroden zur Geltung; ruhiger, gleichmässiger Schlackenfluss, weniger Spritzer, schöne, gleichmässige Nahtform und Oberfläche.

1) Immer Werkstoff-Nr. oder Zusammensetzung in Erfahrung bringen	1.4430 (V4A) 316L usw. oder 19/12/3 oder 19/9 usw.
2) Genauer Verwendungsbedarf eruieren	Für Lebensmittel-Industrie oder Öfen, usw.
3) Goldene Regel (amp.)	Wahl der Elektrodendiameter 1 x kleiner als bei Stahl
4) Nachbehandlung:	Bestes Ergebnis - ISOJET Cleaner
	2 - beizen
	3 - übersprayen
	4 - lassen wie es ist
	5 - schleifen

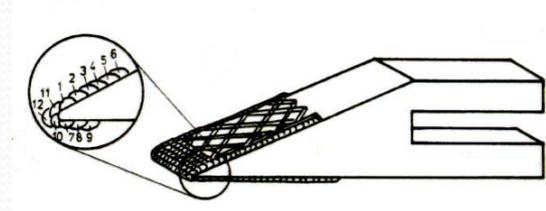
# Hartauftragen

458 / 450

3 Lagen 600 HB

Schlagende Beanspruchung!

Nach max. 3  
Lagen Puffern !



312

Nach max. 2-3 Lagen  
Puffern !

Stahl auf Stahl  
+ Pufferlager

Nach jeder Lage Puffern  
oder max. 2 Lagen!

Schneidenden / Messerkanten

Schleifende Abnutzung

461

580 BH

459 / 463

1 Kg 630 MB

