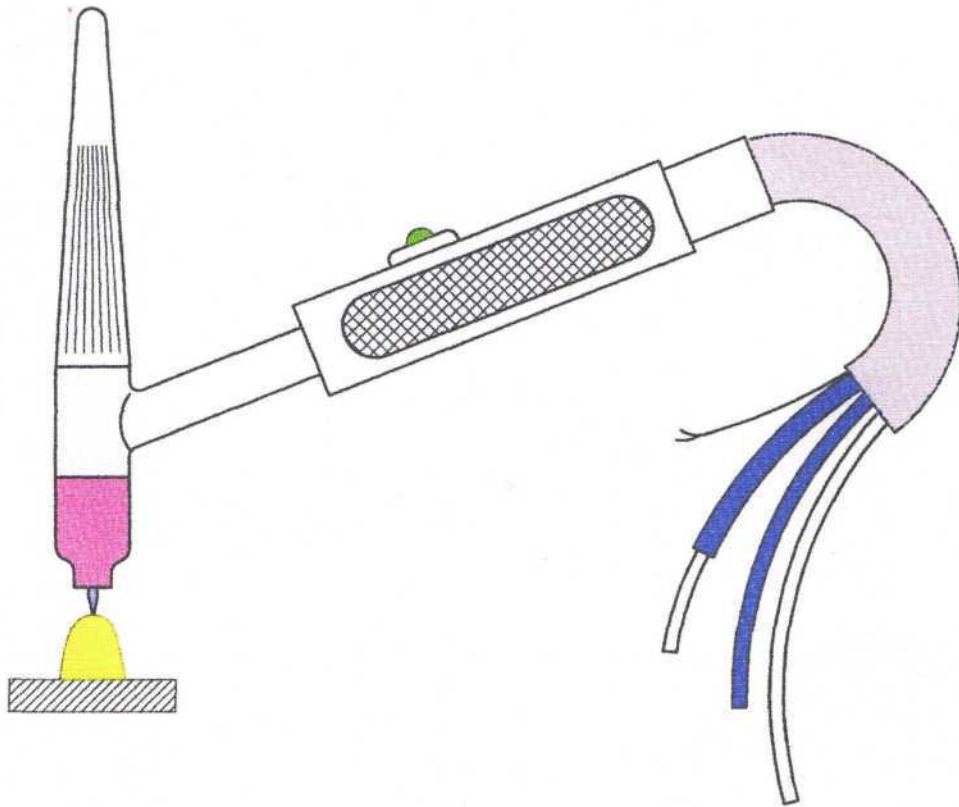
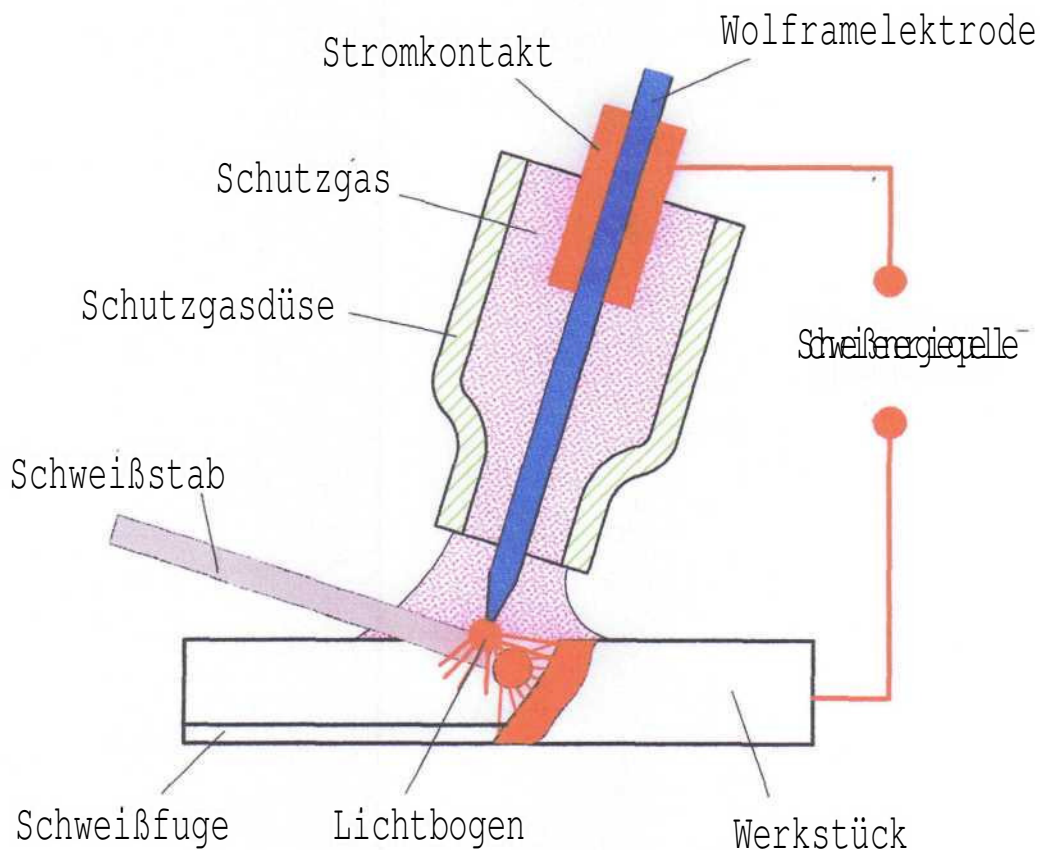


WIG - Schweißen



*Lehrmaterial für die
praktische Ausbildung*

Verfahrensprinzip des Wolfram-Inertgas-Schweißverfahrens WIG

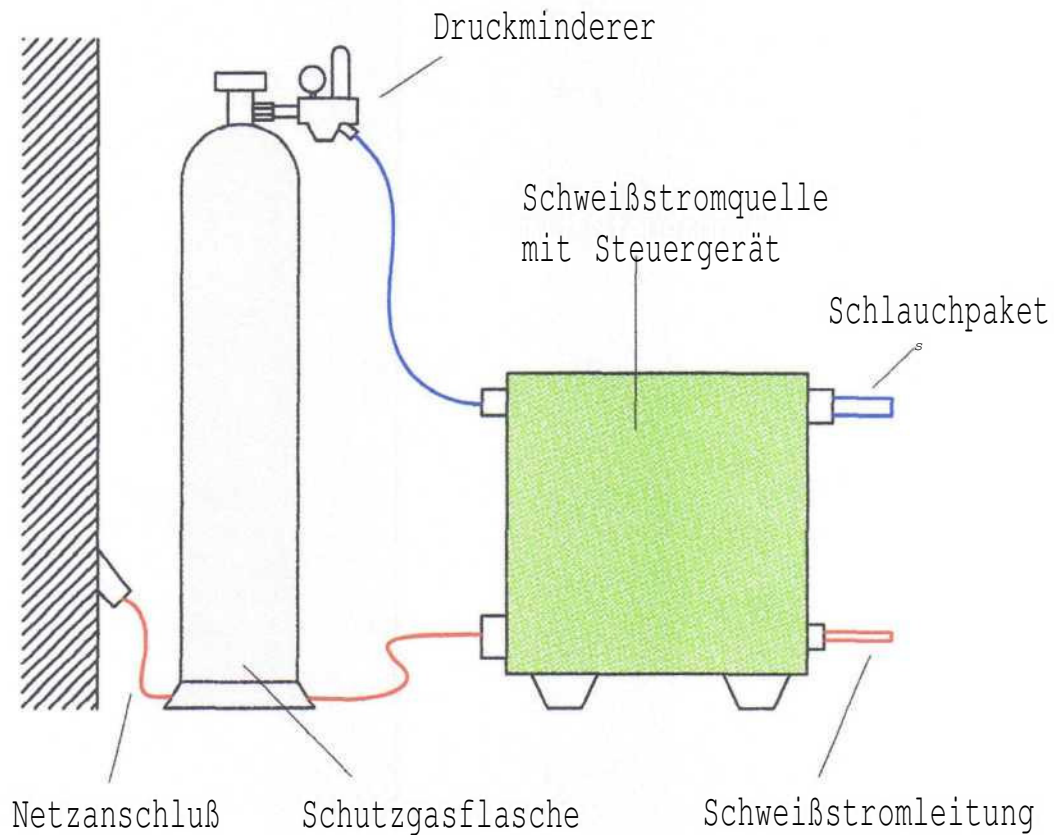


Beim WIG-Schweißen brennt der Lichtbogen zwischen einer nichtabschmelzenden Wolframelektrode und dem Werkstück. Ein Schutzgas umgibt Schmelzbad und Wolframelektrode und verhindert so die Oxidation durch den Sauerstoff der Umgebungsluft.

Inerte Gase sind reaktionsträge, das heißt, sie gehen keine chemischen Reaktionen ein. Solche Gase sind **Argon und Helium**. Aus Kostengründen wird zum WIG-Schweißen überwiegend Argon verwendet.

Nach dem inerten Gas und der Wolframelektrode ist das WIG-Schweißen benannt:
Wolfram - Inert - Gas - Schweißen = WIG-Schweißen

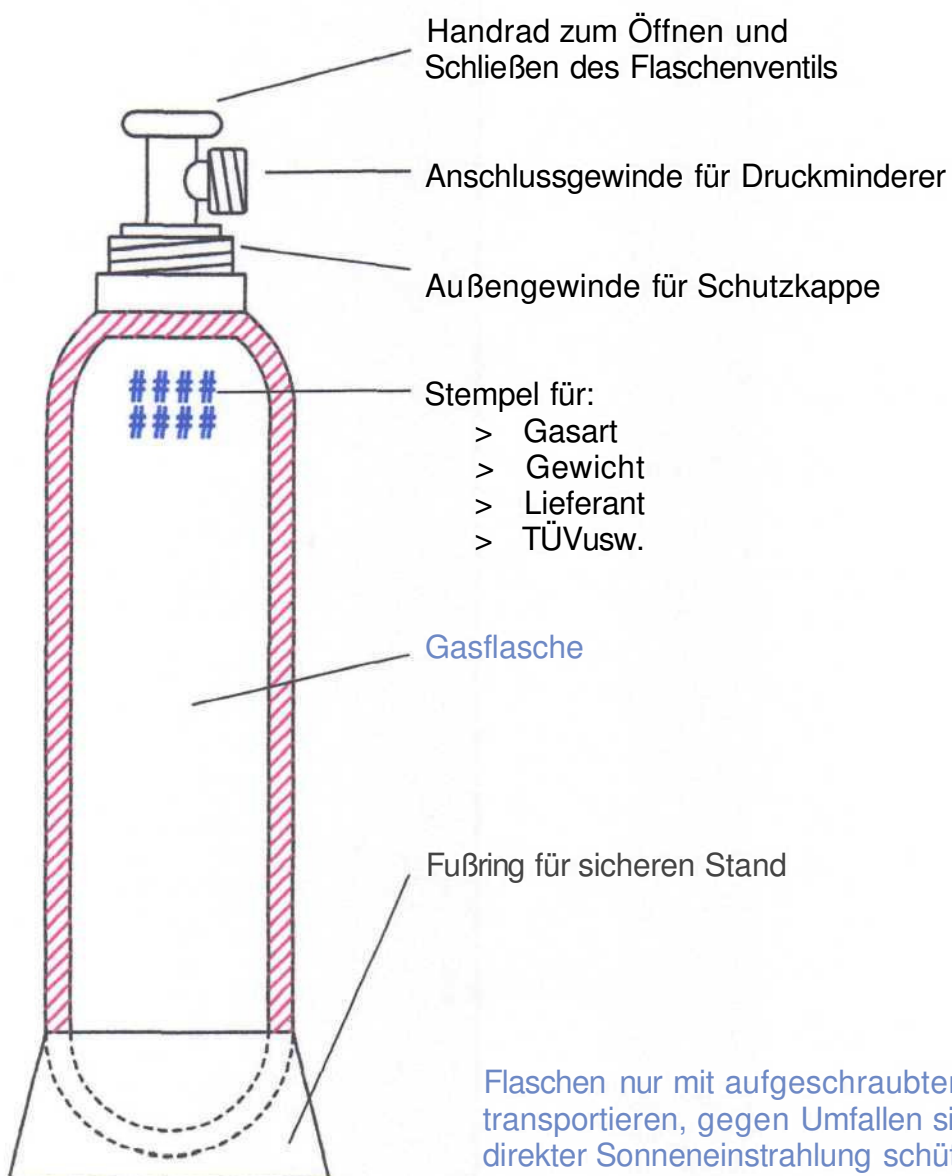
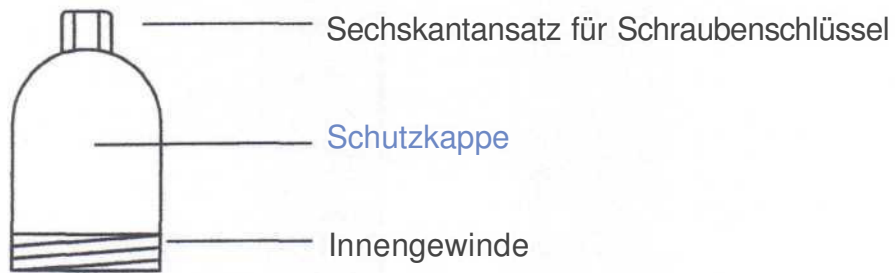
WIG-Schweißanlage



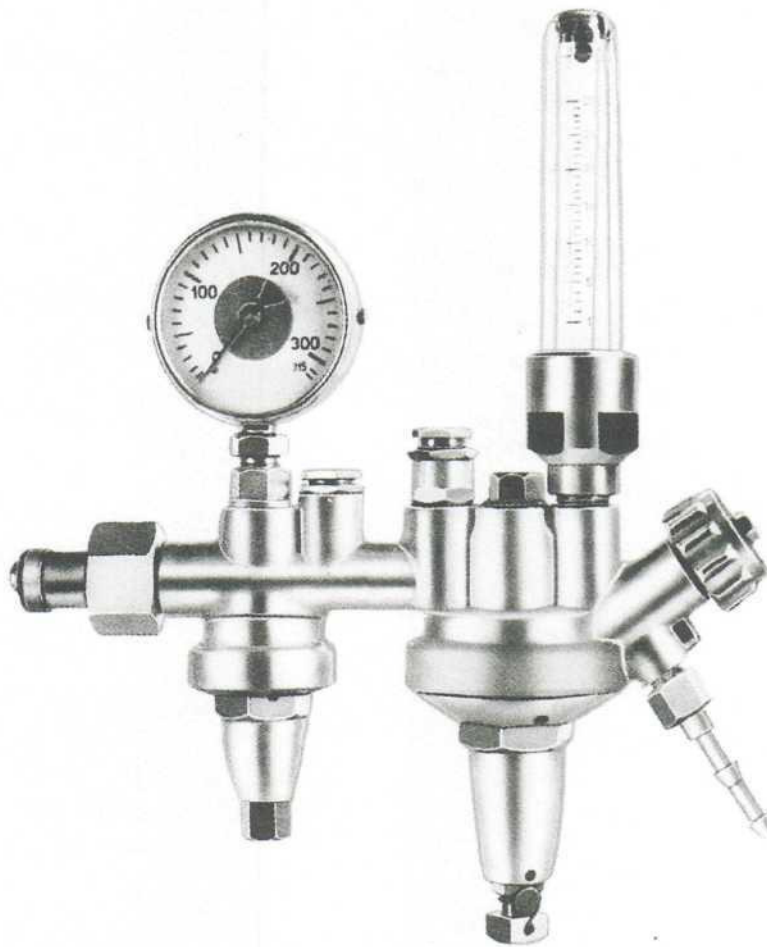
Die Schweißstromquelle

Bauteile	Aufgabe/Funktion
Transformator	Reduzierung der Netzspannung auf Schweißspannung Erhöhung der Netzstromstärke auf Schweißstromstärke
Ventilator	Schutz vor Überhitzung der Bauteile
Gleichrichter	Umwandlung von Wechselstrom in Gleichstrom
Impulsgenerator	Ermöglicht ein berührungsloses Zünden des Lichtbogens
Magnetventil	Elektromagnetisches Öffnen und Schließen der Schutzgasleitung
Steuergerät	Einstellen der Schweißstromstärke Steuerung des Schutzgasmagnetventils Einstellung der Vor- und Nachströmzeit Ein- und Ausschalten des Schweißstroms

Schutzgasflaschen



Druckminderer



Das Schutzgas wird aus der **Flasche** über den **Schlauch** in das **Steuergerät** und anschließend zum **Schweißbrenner** geführt.

Bei Einzelgeräten erfolgt die Schutzgasversorgung aus einer Gasflasche. Da der Fülldruck bis zu 200 bar betragen kann, muss der Druck durch einen Druckminderer auf den Arbeitsdruck reduziert werden. Gleichzeitig kann man die zum Schutzgasschweißen benötigte Gasmenge an einem Durchflussmesser einstellen (ca. 4 bis 15 l/min).

Einstellen des Schutzgases

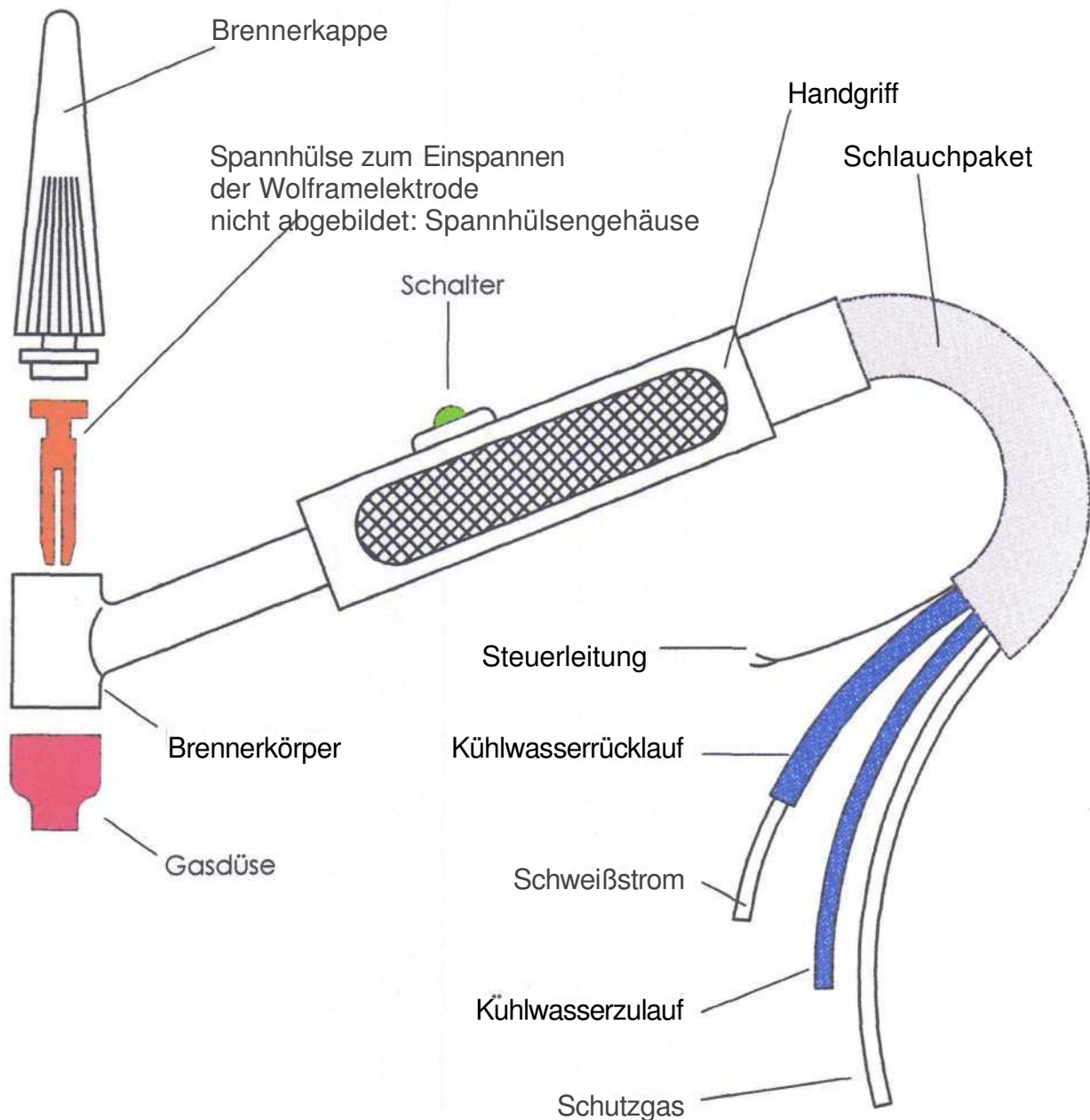
Als Schutzgas dient meist Argon. Die einzustellende Durchflussmenge ist abhängig vom zu schweißenden Werkstoff (Dicke, Materialart) und der gewählten Gasdüse. Sie lässt sich aus Tabellen und Schaubildern ermitteln.

Da die **Schutzgasmenge** nur bei geöffnetem Magnetventil im Steuergerät eingestellt werden kann, muss der Schalter am Brennerhandgriff betätigt werden.

Für die Anzeige der Schutzgasmenge ist am Druckminderer ein **Durchflussmengenmesser** vorgesehen. Die strömende Schutzgasmenge lässt in einem Messrohr einen Schwebekörper mehr oder weniger hoch steigen. Auf einer Skala am **Messrohr** können Sie an der höchsten Stelle des Schwebekörpers die Durchflussmenge in l/min ablesen.

Um **Messungenauigkeiten** zu vermeiden, wird vom Hersteller des Druckminderers der Eingangsdruck im Durchflussmengenmesser durch Kontern und Plombieren der **Einstellschraube** konstant gehalten.

Es geht als Druckminderer aber auch ein einfacher Schutzgasregler mit 2 Manometern, dort kann am rechten Manometer die Durchflußmenge abgelesen werden.



Durch das **Schlauchpaket** ist die Schweißstromquelle mit dem WIG-Schweißbrenner verbunden. Das Schlauchpaket enthält die Schweißstromleitung, die Steuerleitung, den Schutzgasschlauch und ggf. Kühlwasserzu- und rücklauf.

Man unterscheidet **gasgekühlte** und **wassergekühlte** WIG-Schweißbrenner. Beim gasgekühlten Schweißbrenner wird die entstehende Wärme durch des Schutzgas abgeführt. Dies funktioniert aber nur begrenzt. Bei Schweißstromstärken ab ca. 200 A werden wassergekühlte WIG- Schweißbrenner verwendet.

Wechseln der Wolframelektrode

Die Wolframelektrode wird mit einer **Spannhülse** im Brennergehäuse befestigt.

Im Brennergehäuse ist ein auswechselbares Spannhülsegehäuse eingeschraubt. Zum Auswechseln der Elektrode wird die Brennerkappe gelöst. Dadurch lockert sich die geschlitzte Spannhülse und die Wolframelektrode kann nach unten aus dem Brennerkörper herausgezogen werden.

Die Elektrodenspitze der Wolframelektrode soll beim Einspannen maximal **bis 5 mm** aus der Gasdüse herausragen.

Wolframelektroden sind in den **Längen** 50 mm, 75 mm, 150 mm und 175 mm erhältlich. Die genormten **Durchmesser** sind 1,0 mm, 1,6 mm, 2,0 mm, 2,4 mm, 3,2 mm, 4,0 mm, 6,4 mm und 8,0 mm.

Beim Einspannen wird für jeden Elektrodendurchmesser die entsprechende Spannhülse und das Spannhülsegehäuse verwendet.

Die Wahl des Durchmessers der Wolframelektrode ist abhängig von der Blechdicke bzw. Materialstärke des Werkstücks, von der Schweißposition und von der Materialart.

Die **Eigenschaften der Wolframelektroden** können durch bestimmte chemische Zusätze beeinflusst werden. So führt z. B. der Zusatz von **Thorium** zu verbesserten Zündeigenschaften, höherer Strombelastbarkeit und längeren Standzeiten.

Beispiel für Bezeichnung:

Elektrode DIN 32528 - 2,4 - 175 - WT 20

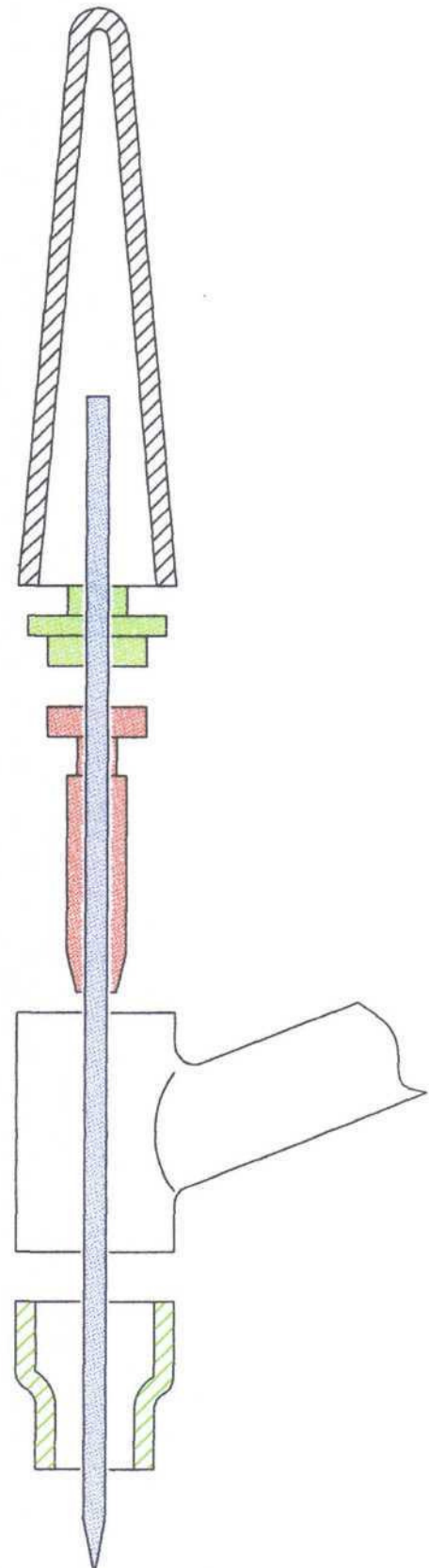
Elektrode = Lieferform

DIN 32528 = DIN-Nummer

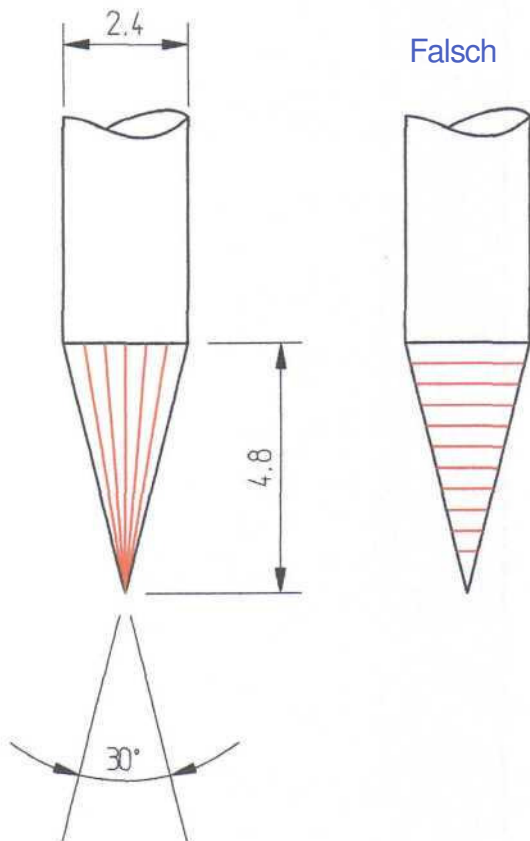
2,4 = Elektrodendurchmesser

175 = Elektrodenlänge

WT 20 = Wolframelektroden mit Thoriumzusatz



Anschleifen der Wolframelektrode

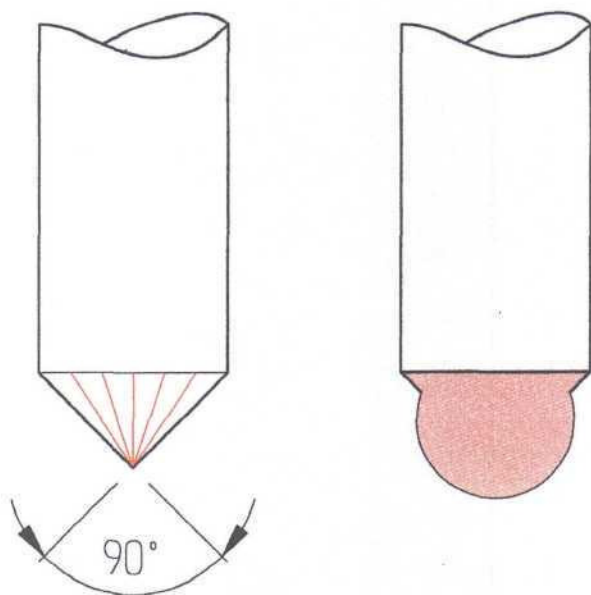


Anschliff der Wolframelektrode für das Schweißen mit Gleichstrom.

Der Spitzenwinkel soll 30° bis 45° betragen und als Längsschliff ausgeführt werden. Der Anschliff soll zentrisch und möglichst fein sein, da hierdurch wesentlich längere Standzeiten erreicht werden können.

Wird die Spitze der Wolframelektrode durch versehentliche Berührung des Schweißbades verunreinigt, muss sie durch Trennschleifverfahren abgearbeitet und **erneuert** werden.

Ein Abbrechen oder Abschlagen der Spitze ist zu vermeiden, da die Wolframelektrode aufspießen und **unbrauchbar** werden kann.



Anschliff der Wolframelektrode für das Schweißen mit Wechselstrom.

Bei kleineren Elektrodendurchmessern bis 1,0 mm wird die Elektrode nicht angeschliffen.

Für größere Elektrodendurchmessern schleift man einen Spitzenwinkel von 90° oder einen Kegelstumpf an.

An der Elektrodenspitze bildet sich beim Schweißen eine **Halbkugel** (Kalotte).

Arbeitsschutzkleidung

Beim Schweißen können folgende Gefahren eintreten:

- Brand- und Explosionsgefahr durch Lichtbogen, Funken, Metallspritzer, heiße Teile.
- Verletzungen für Augen und Haut durch UV- und Wärme - Strahlen, heiße Teile und Schweißspritzer.
- Gesundheitsgefährdung durch schädliche Rauche, Dämpfe und Gase.
- Erhöhte Gefährdung durch elektrischen Strom (besonders in engen und feuchten Räumen).
- Gesundheitsgefahr beim Schweißen von verzinkten, verbleiten oder mit bleihaltigen Anstrichstoffen versehenen Gegenständen.



Persönliche Schutzausrüstung des Schweißers

Enganliegende, schwerentflammare geeignete Arbeitskleidung, Lederschürze, Schweißberhandschuhe Gamaschen, Sicherheitsschuhe, Schweißschild bzw. Schutzhaube, Schutzbrille für Schleif arbeiten.

Das Tragen von Kleidungs- und Wäschestücken aus leicht entflammbarer oder leicht schmelzender Kunstfasern kann beim Schweißen zu empfindlichen Hautverletzungen führen und ist daher **verboten**.

Mit brennbaren Stoffen verunreinigte Kleidung z. B. Öl, Fett, Petroleum und Kleidung aus Kunstfasern, darf nicht getragen werden.

Schutzhaube

Die verwendeten Schutzgläser müssen einer bestimmten Schutzstufe entsprechen und gekennzeichnet sein. Die Schutzstufen sind beim WIG-Schweißen 10 bis 14.



Arbeitsplatz

Schweißplätze werden durch Stellwände oder Vorhänge abgeschirmt. Für gute **Be- und Entlüftung** im Arbeitsbereich sorgen, insbesondere bei oberflächenbeschichteten Werkstoffen. Die beim Schweißen entstehenden Rauche und Gase müssen abgesaugt werden.



Zünden des Lichtbogens

Beim Zünden des Lichtbogens entstehen hohe Temperaturen, die das Schutzgas elektrisch leitfähig macht.

Zünden durch Berührung (Lift-Arc)

Der Lichtbogen wird durch eine streichende Berührung der Wolframelektrode (blau) auf dem Werkstück gezündet. Beim Zünden muss bereits das Schutzgas ausströmen um die Wolframelektrode vor der **Umgebungsluft** zu schützen.

Die Berührung der Wolframelektrode mit dem Werkstück während des Zündvorganges kann dazu führen, dass sich Wolfram von der Elektrodenspitze löst und als **Wolframeinschluss** im Schweißgut verbleibt.

Außerdem kann sich Schweißgut an der Elektrode anheften. Die Folge ist ein unruhiger Lichtbogen, der einen **Neuanschliff** der Wolframelektrode nötig macht.

Durch das Zünden des Lichtbogens auf einer **Kupferplatte** neben der Schweißstelle können die genannten Fehler jedoch vermieden werden.

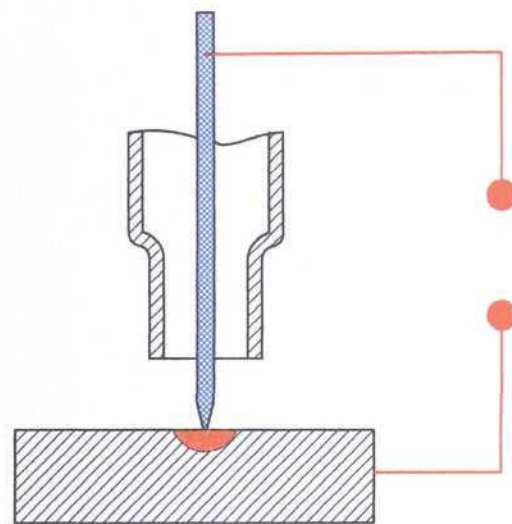
Das Zünden durch Berührung ist nur bei Schweißen mit Gleichstrom möglich.

Zünden ohne Berührung HF - Zündung

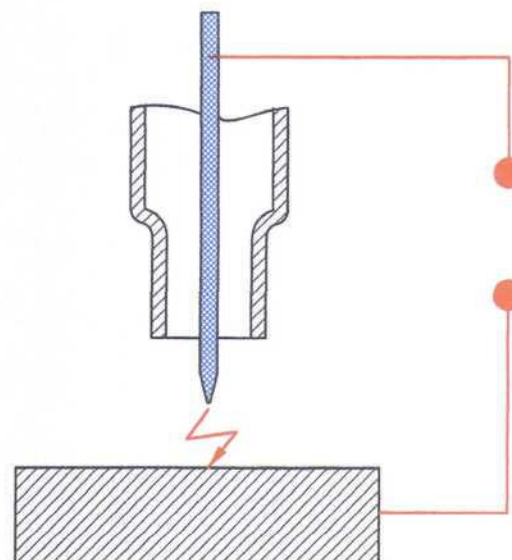
Ist im Steuergerät der WIG-Anlage ein Impuls-generator eingebaut, wird ein Zünden ohne Berührung möglich. Die o. g. Fehler, wie sie beim Zünden durch Berührung entstehen, können hier nicht auftreten.

Zum Zünden ohne Berührung wird die Wolframelektrode bis auf ca. 2 mm an das Werkstück herangeführt. Hier zündet der Lichtbogen und der Schweißbrenner kann in die richtige **Schweißhaltung** gebracht werden.

Ein Zünden ohne Berührung ist bei Schweißen mit **Gleich- und Wechselstrom** möglich.



Zünden durch Kurzschluss und Erwärmung



Zünden durch Hochspannungsimpuls

Kennzahlen für Schweiß- und Lötverfahren

- 311 = Gasschweißen mit Sauerstoff-Acetylen-Flamme (Autogenschweißen)
- 141 = Wolfram-Inertgasschweißen
- 111 = Lichtbogenhandschweißen
- 131 = Metall-Inertgasschweißen
- 135 = Metall-Aktivgasschweißen
- 91 = Hartlöten
- 92 = Weichlöten

Schweißstäbe für das WIG-Schweißen

Beispiel: Schweißstab für un- und niedriglegierte Stähle
Schweißstab DIN 8559 - SGI - 2 x 1000

Schweißstab = Lieferform
DIN 8559 = DIN-Norm
SGI = Typ-Kurzzeichen
2 = Durchmesser
1000 = Länge

Für das Schweißen der verschiedenen Werkstoffe werden jeweils dazu passende Schweißstäbe verwendet, damit das Schweißgut möglichst die gleiche Zusammensetzung wie der Grundwerkstoff hat.

Schweißzusätze müssen nach **Sorten getrennt** und nach **Herstellerangaben gelagert** und verarbeitet werden. Die Schweißstäbe sind 1000 mm lang und haben Durchmesser von 1,6; 2,0; 2,4; 3,0; 4,0 und 5 mm. Der Durchmesser wird nach der Schweißposition, vorrangig aber nach der Werkstückdicke ausgewählt.

Schweißstäbe müssen frei von Zunder, Schmutz, Öl und Fett sein. Sie sind so zu verschweißen, dass auf Reststücken die **DIN/EN-Kennzeichnung** erhalten bleibt.

Schweißstromstärke

Richtwerte für un- und niedriglegierte Stähle, Schweißposition PA, Stumpfnah

Blechdicke	Lagenzahl	Ø Elektrode	Schweißstrom	Ø Schweißstab
1,0 mm	1	1,0 mm	60 A	1,6 mm
2,0 mm	1	1,6 mm	110 A	2,0 mm
3,0 mm	1	1,6 mm	140 A	2,4 mm
4,0 mm	2	2,4 mm	190 A	2,4 mm
5,0 mm	2	3,2 mm	250 A	2,4 mm

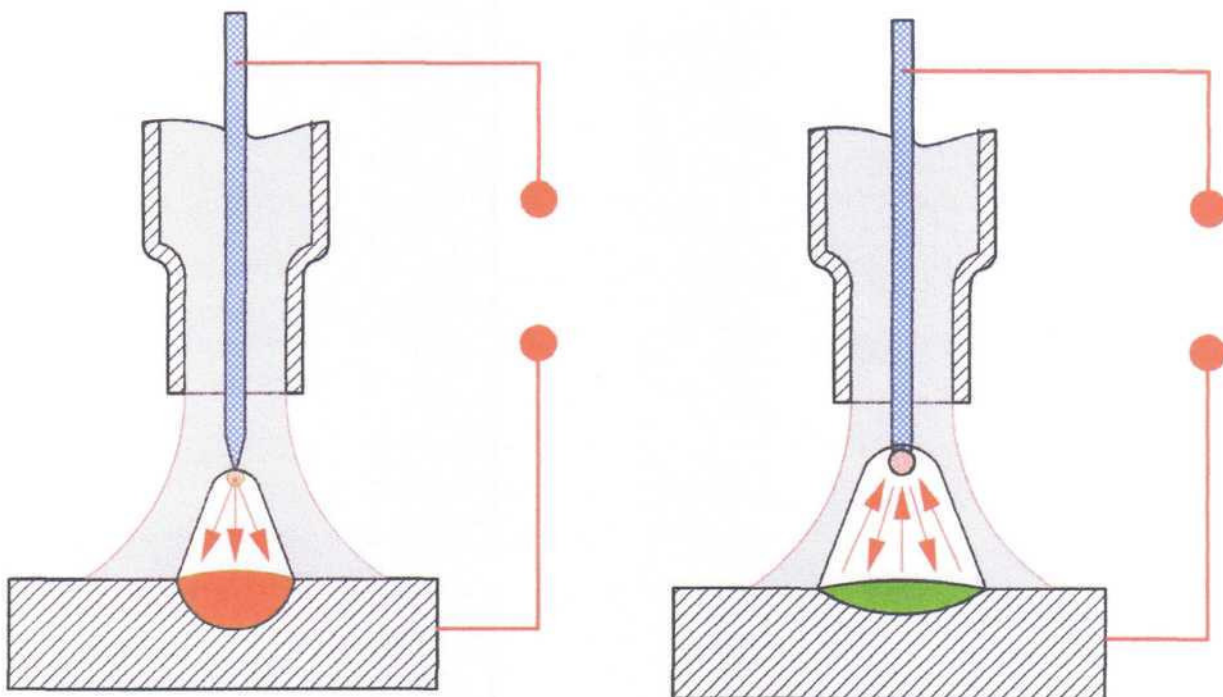
Polung und Stromart

Polung und Stromart der Elektrode richten sich nach dem zu schweißenden Werkstoff.

Gleichstrom (Elektrode am Minuspol) wird beim Schweißen von Stahl, Gusseisen, Chrom-Nickel-Stahl, Nickellegierungen, Silber, Blei, Titan, Zirkon und Kupfer angewendet. Durch die Polung der Elektrode am Minuspol der Schweißstromquelle entstehen am Werkstück die höheren Temperaturen und an der Elektrode die niedrigen Temperaturen. Aus diesem Grund kann die Wolframelektrode spitz angeschliffen werden. Die Spitze bleibt während des Schweißvorgangs erhalten. Der Lichtbogen brennt dadurch **stabiler** und lässt sich besser führen. Es entsteht ein schmaler und tiefer Einbrand (hier rot dargestellt).

Wechselstrom (Elektrode am Pluspol) wird zum Schweißen von Aluminium, Magnesium und deren Legierungen eingesetzt. Diese Leichtmetalle haben eine sehr dichte, schwer schmelzende Oxidschicht auf der Materialoberfläche, die nur bei Pluspolung der Elektrode zerstört werden kann. Positiv geladenen Ionen prallen auf die Werkstückoberfläche und reißen aufgrund ihres großen Wirkungsquerschnitts die **Oxidschicht** auf. Man spricht dabei von der „**Reinigungseffekt**“ des Pluspols.

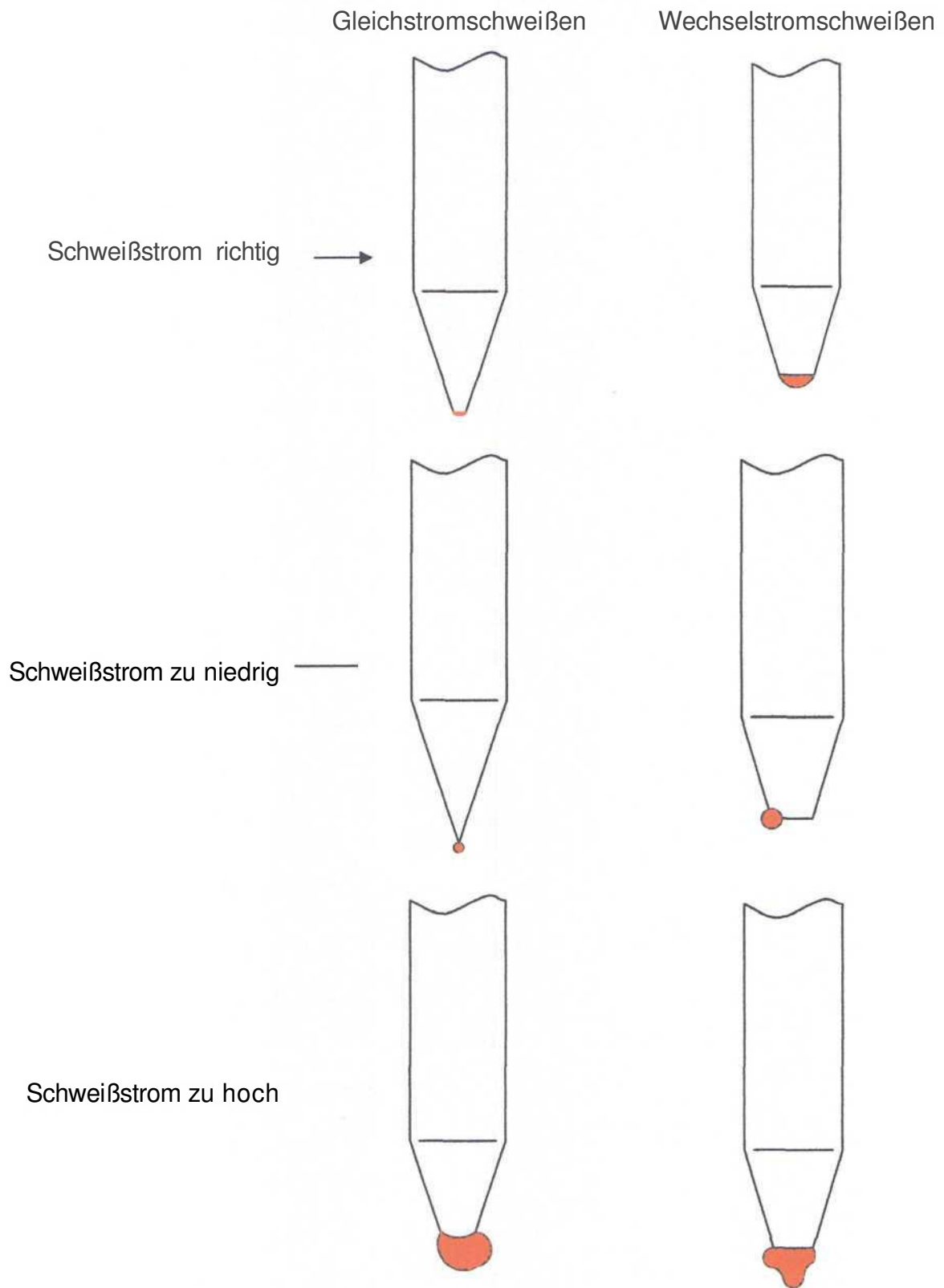
Die Wolframelektrode ist beim Schweißen einer hohen thermischen Belastung ausgesetzt. Am Elektrodenende bildet sich ein **kugelförmiger** Wolframtropfen. Es entsteht ein breiter und flacher Einbrand (hier grün dargestellt).



Gleichstromschweißen

Wechselstromschweißen

Einfluss der Schweißstromstärke auf die Wolframelektrode

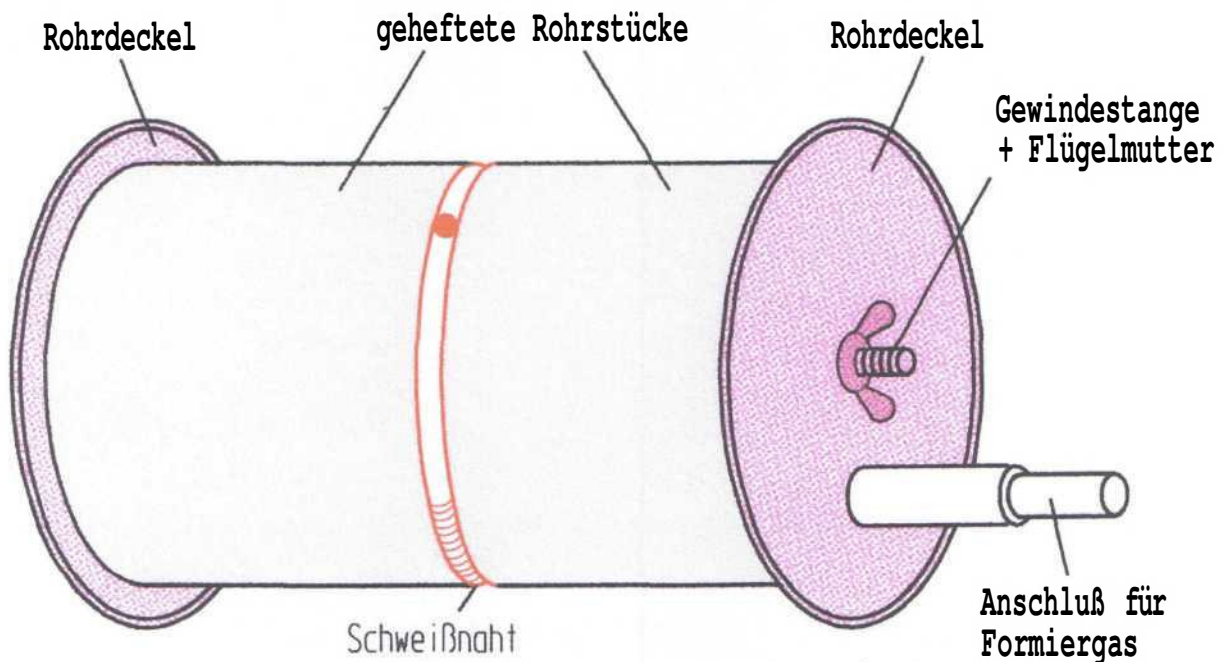


Wurzelschutz mit Formiergas

Hoch legierte Stähle neigen schnell zur **Oxidation**. Auf der Oberseite des Werkstückes hält das Schutzgas den Sauerstoff vom Schweißgut fern. Durch die geringen Schweißgeschwindigkeiten beim WIG-Schweißen erhält aber die Rückseite des Werkstückes oft ein verbranntes Aussehen. Davor kann ein ausreichender **Wurzelschutz** durch ein Formiergas schützen. Ein Umspülen der zu schweißenden Werkstücke im Bereich Schweißnaht verhindert bzw. vermindert die Oxidation und die Bildung von **Anlauffarben** (Oxidschichten fördern die Korrosion). Außerdem hat Formiergas auch einen günstigen Einfluss auf die Wurzelbildung.

Als **Formiergas** werden Gasgemische mit 1 bis 30% Wasserstoff verwendet. Bis zu einem Wasserstoffanteil von 10% im Formiergas verhindern Argon bzw. Stickstoff eine Knallgasbildung. Beträgt der Wasserstoffanteil mehr als 10% muss das aus der Vorrichtung strömende Formiergas abgefackelt werden, da sonst eine Verpuffung möglich ist.

Bei Tageslicht ist die Flamme des abgefackelten Formiergases kaum sichtbar. Hier besteht die Gefahr einer Verbrennung.

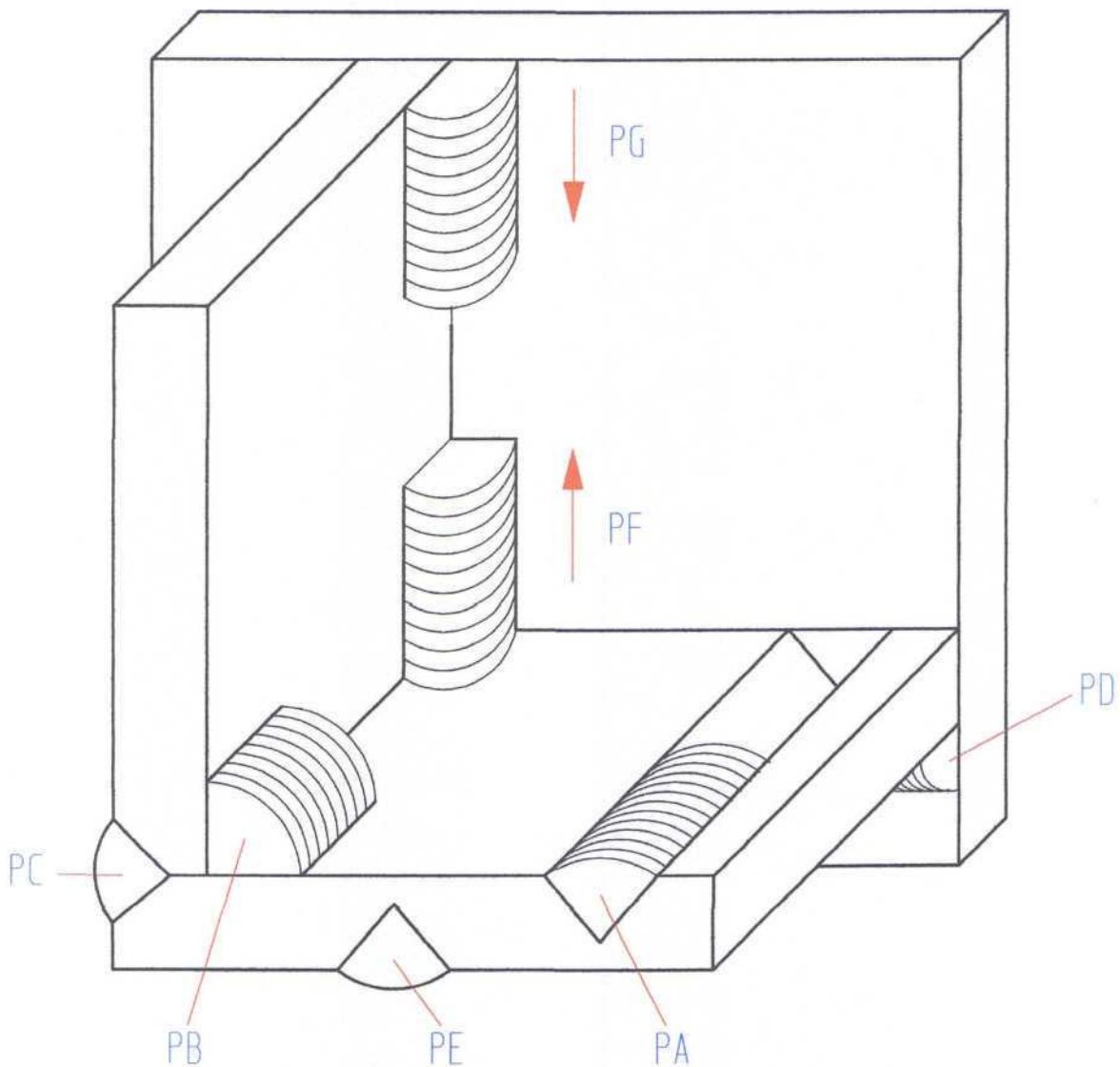


Einfache Vorrichtung für den Wurzelschutz bei Rohren.

Die gehefteten Rohrteile werden mit Hilfe einer **Gewindestange** und zwei **Stahlblechronden**, deren Durchmesser größer ist als der Rohrdurchmesser, verschlossen. An einer Stahlblechrunde befindet sich der **Anschluss** für das Formiergas.

Für gerade Bleche kommen Kupferschienen, die mit einer Gaszuführung und Bohrungen versehen ist, zum Einsatz.

Schweißpositionen



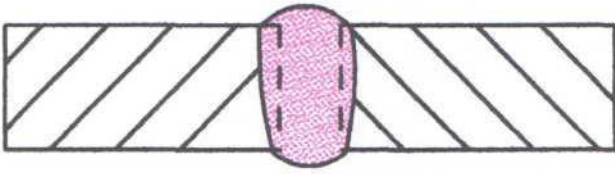
Vergleich der Schweißpositionen

ISO 6947	DIN 1912	Position
PA	w	Wannenposition
PB	h	Horizontalposition
PF	s	Steigposition
PG	f	Fallposition
PC	q	Querposition
PE	ü	Überkopfposition
PD	hü	Horizontal-Überkopfposition

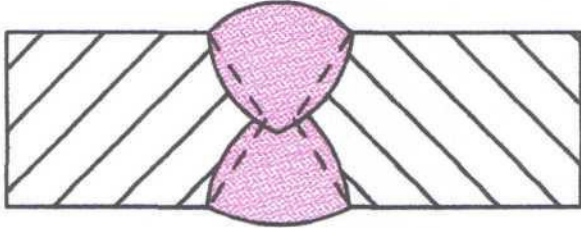
roter Pfeil

roter Pfeil

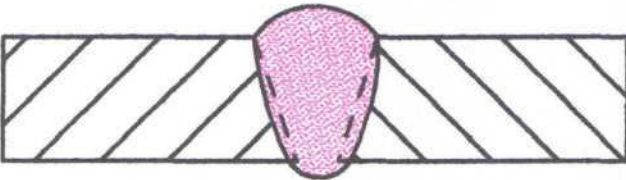
Schweißnahtarten



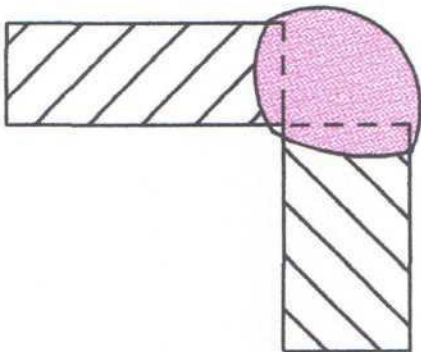
I-Naht



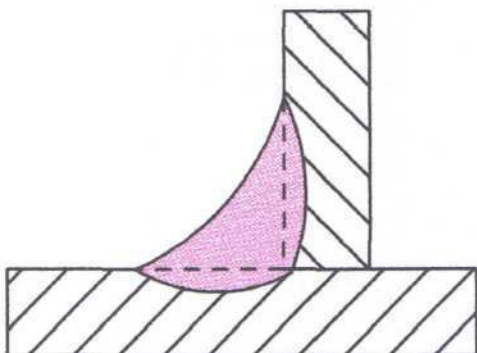
X-Naht



← V-Naht



Ecknaht

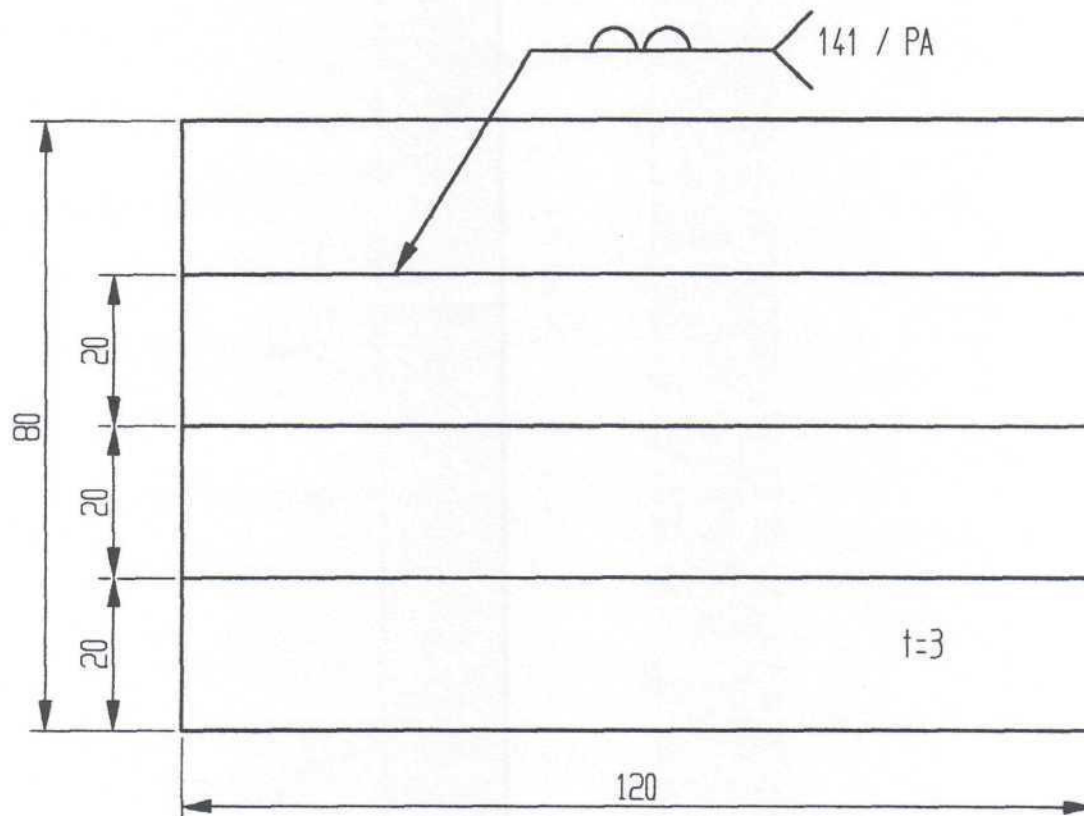


Kehlnaht

Übung Auftragsschweißen

Beim **Auftragsschweißen** können durch Verschleiß abgetragene Flächen, Kanten oder Profile wieder ergänzt werden. Ebenso ist es möglich durch Auftragsschweißen eine hochwertige Oberfläche auf einem billigem Grundmaterial herzustellen.

Das **Sinnbild** und alle nötigen Angaben werden an einer **Bezugslinie** eingetragen. Am Ende dieser Bezugslinie befindet sich eine Gabel, in der die weiteren Hinweise zu finden sind. In diesem Beispiel die Zahl 141 (**Kennzahl** für das WIG-Schweißen) und PA (Schweißposition waagrecht).



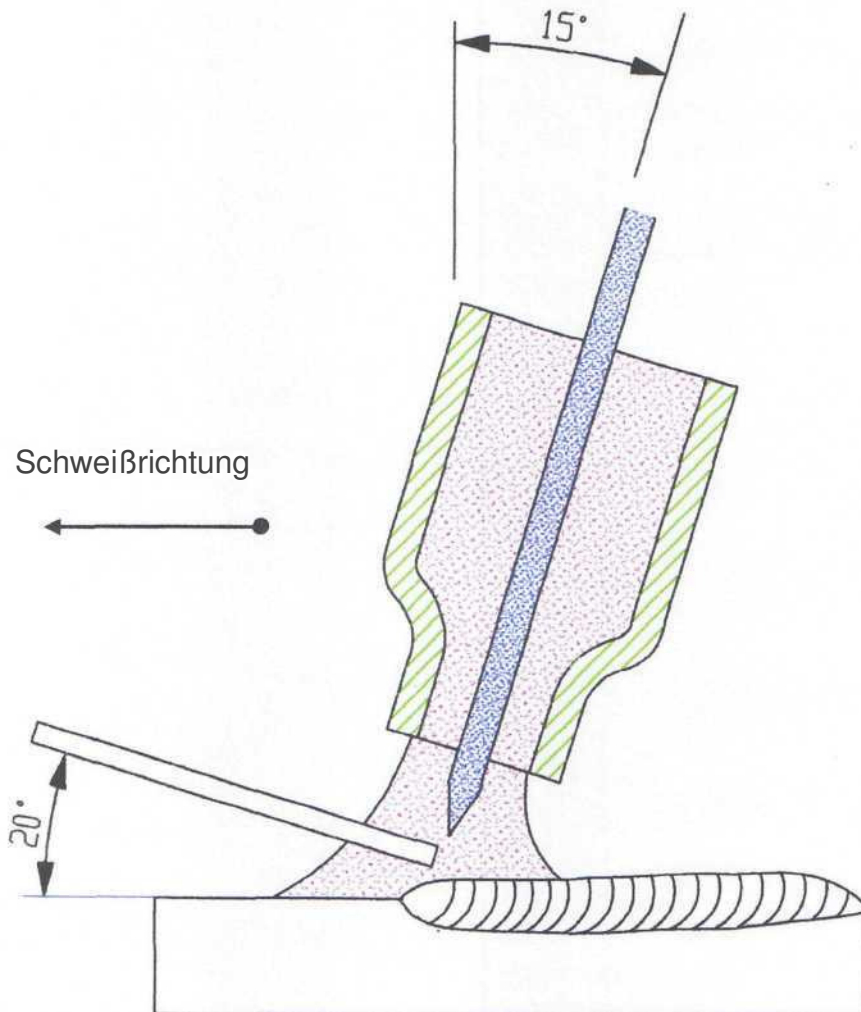
Stahlblech St 37-2

Arbeitsablauf:

- > Zeichnung lesen
- > Blech zuschneiden, entgraten, richten und ggf. säubern
- > Abstände der Schweißraupen auf dem Werkstück kennzeichnen
- > Wolframelektrode überprüfen und ggf. Anschleifen
- > Schweißgerät einschalten
- > Schweißstromstärke und Schutzgasmenge einstellen
- > Schweißstrom einschalten und Lichtbogen zünden
- > Schweißraupen in Position PA auftragen
- > Schweißstrom abschalten
- > Schweißgerät ausschalten
- > Schweißraupen säubern

Schweißvorgang

Bei konstanter Schweißstromstärke hat die Lichtbogenlänge **Einfluss** auf Einschmelztiefe und Raupenbreite. Die Lichtbogenlänge sollte in Abhängigkeit von der Schweißaufgabe 3 bis 5 mm betragen. Der Durchmesser der Gasdüse **beeinträchtigt** die Beobachtung des Schweißvorgangs und erfordert deshalb eine Länge der freien Elektrodenpitze von 2 bis 5 mm. Beim Schweißen werden Schweißbrenner und Schweißstab gleichmäßig von **rechts nach links** geführt. Die Elektrodenachse ist um 5 bis 20° aus der Senkrechten gegen die Schweißraupe geneigt und der Schweißstab um 10 bis 30° aus der Blechebene angehoben.



Voraussetzungen für eine gute Schweißnaht sind:

- > gleichmäßige Schweißgeschwindigkeit
- > konstante Lichtbogenlänge
- > saubere Elektrodenpitze
- > korrekte Brennerführung
- > richtige Schutzgasmenge
- > richtige Schweißstabhaltung

Nachdem die Abstände der zu schweißenden Raupen auf dem Werkstück angerissen sind, kann man sie zusätzlich mit Körnerpunkten markieren.

Schweißen des Werkstücks

Der Schweißbrenner wird an die erste Anrisslinie herangeführt und der Lichtbogen in o. g. gezündet. Durch die entstehende Wärme schmilzt das Werkstück an der Zündstelle auf. Ist eine **ausreichende** Breite aufgeschmolzen, wird der Schweißstab tupfend in das Schmelzbad getaucht und abgeschmolzen. Anschließend wird der Schweißstab etwas zurückgezogen. Schweißbrenner und Schweißstab werden von rechts nach links bewegt und der Schweißstab wieder **tupfend** in das Schmelzbad getaucht. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis das Ende der Schweißraupe erreicht ist.

Achten Sie darauf, dass Schweißstab und Schmelzbad immer in der **Schutzgasglocke** bleiben. Vermeiden Sie die Berührung der Elektrode mit Schmelzbad oder Schweißstabspitze.

Ist das Ende der Schweißraupe erreicht, wird mit dem Schalter am Schweißbrenner der Schweißstrom abgeschaltet. Nach dem Abschalten lassen Sie den Schweißbrenner noch einige Sekunden über der Schweißsteile stehen, damit das noch **nachströmende** Schutzgas das Schmelzbad bis zur Erstarrung schützt.

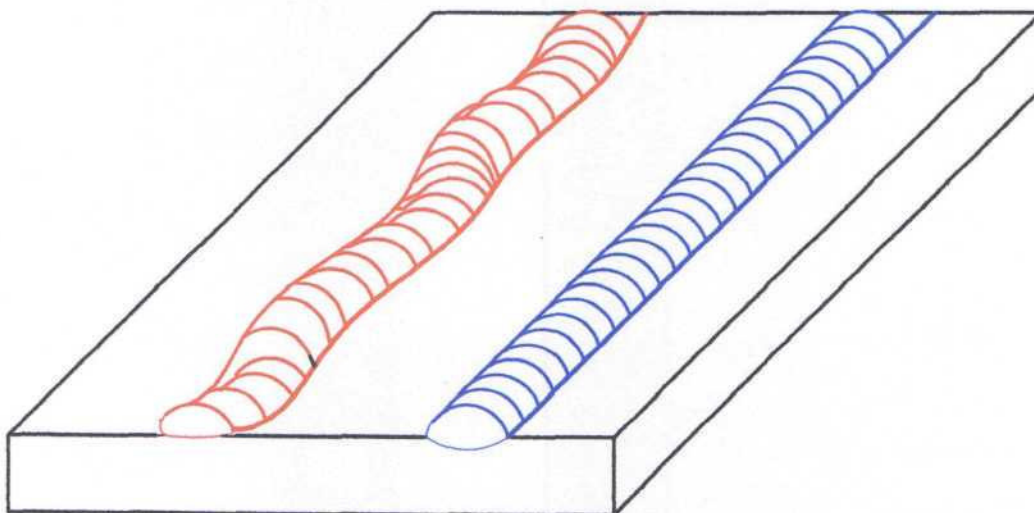
Beurteilen der Schweißraupen

Eine gut geschweißte Raupe hat ein feinschuppiges Aussehen, eine gleichmäßige Breite und Nahthöhe (blaue Schweißnaht).

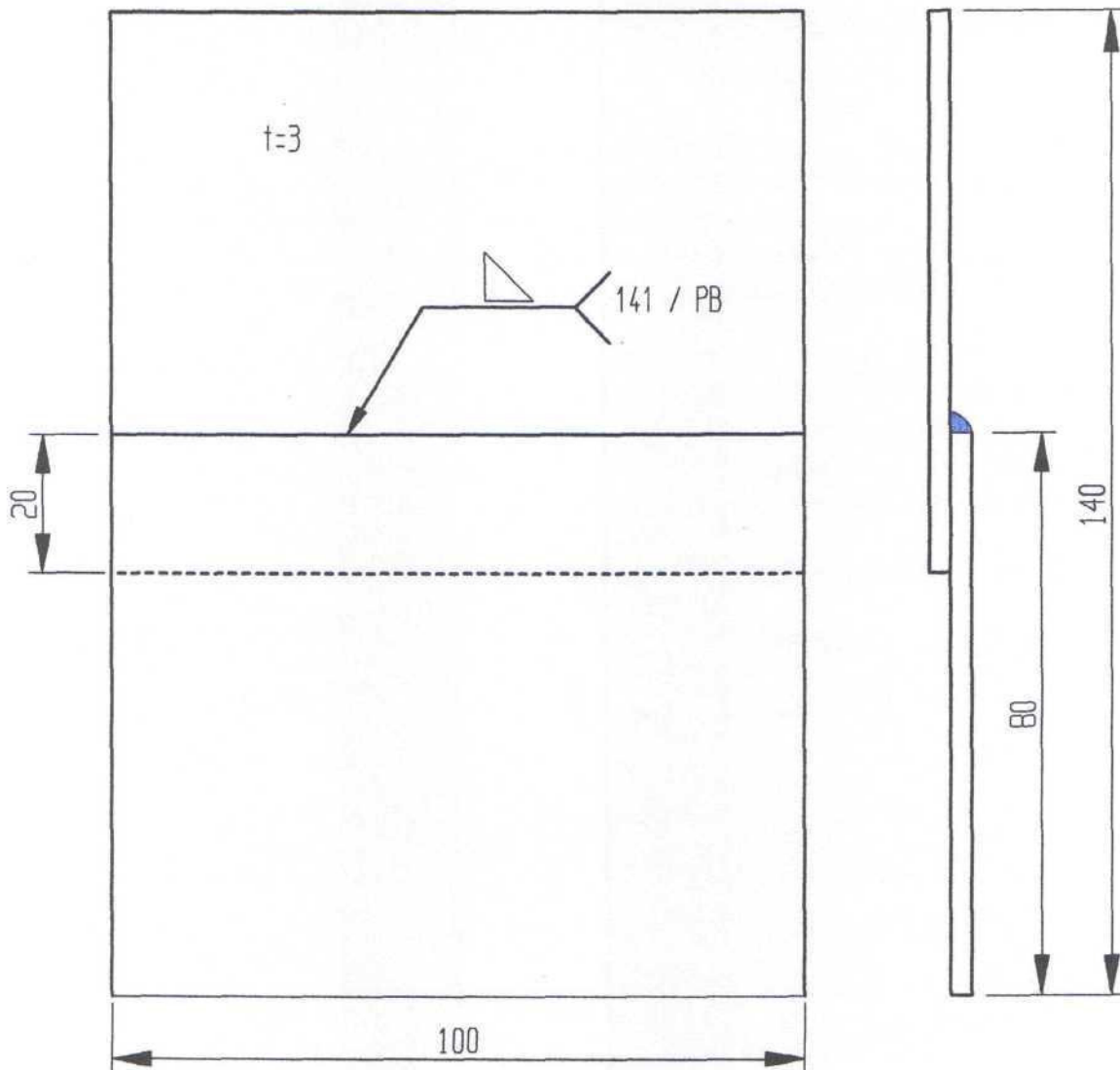
Eine zu große Schweißgeschwindigkeit oder eine ungenügende Erwärmung des Werkstücks haben Bindefehler zur Folge. Der **Schweißzusatzwerkstoff** wird dann nur aufgetropft und hat eine ungenügende Verbindung mit dem Werkstück.

Ein ungleichmäßiges Nahtbild entsteht durch eine unruhige Brennerführung (rote Schweißnaht).

Ist die **Schweißgeschwindigkeit** zu langsam, besteht die Gefahr einer Überhitzung oder sogar einer Durchschmelzung des Werkstücks.



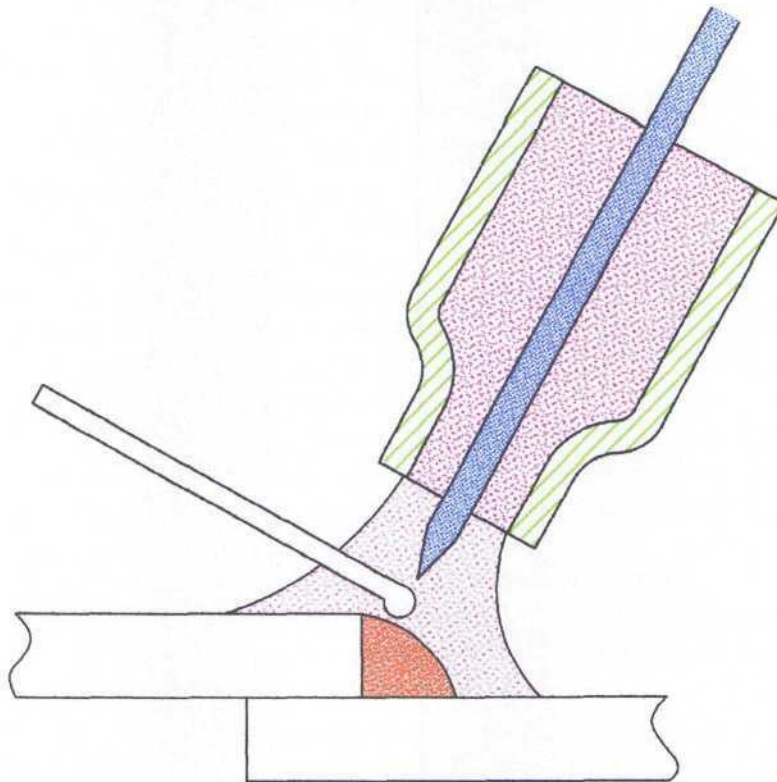
Übung: Kehlnaht am Überlappstoß



Stahlblech St 37 - 2

Arbeitsablauf:

- > Zeichnung lesen
- > Bleche zuschneiden, entgraten, richten und ggf. säubern
- > Wolframelektrode überprüfen und ggf. Anschleifen
- > Schweißgerät einschalten
- > Schweißstromstärke und Schutzgasmenge einstellen
- > Schweißstrom einschalten und Lichtbogen zünden
- > Bleche an fünf Stellen heften (Stirnseiten + 3 Heftstellen) und evtl. richten
- > Schweißnaht in Position PB aufschweißen
- > Schweißstrom abschalten
- > Schweißgerät ausschalten
- > Schweißraupe säubern



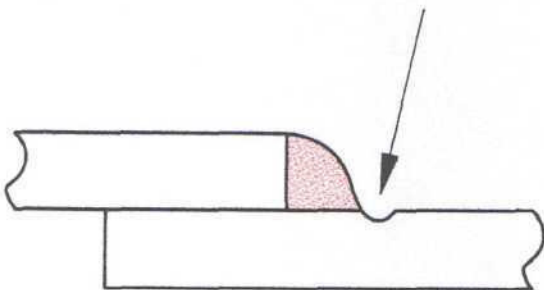
Schweißen des Werkstücks

Um die geforderte Maßhaltigkeit zu erzielen, sind die Werkstücke zunächst auszurichten und mit Spannzangen oder Schraubzwingen zusammen zu spannen. Dabei ist darauf zu achten, dass sich die Überlappung **ganzflächig** berührt.

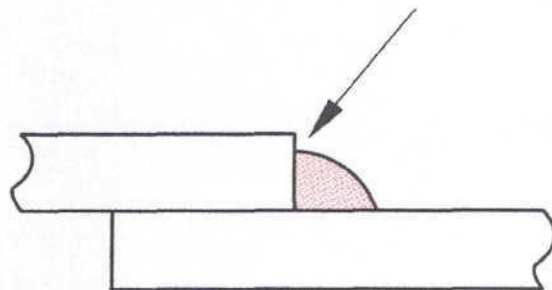
Geheftet werden zunächst die Stirnseiten rechts und links, anschließend weitere drei Stellen am Blech in etwa gleichen Abständen. Die Heftpunkte sollen möglichst klein sein um ein Verziehen zu vermeiden. Um Bindefehler zu vermeiden, werden die Heftpunkte beim Schweißen **vollständig** aufgeschmolzen.

Achten Sie darauf, dass Schweißstab und Schmelzbad immer in der **Schutzgasglocke** bleiben. Vermeiden Sie die Berührung der Elektrode mit Schmelzbad oder Schweißstabspitze.

Mögliche Schweißfehler

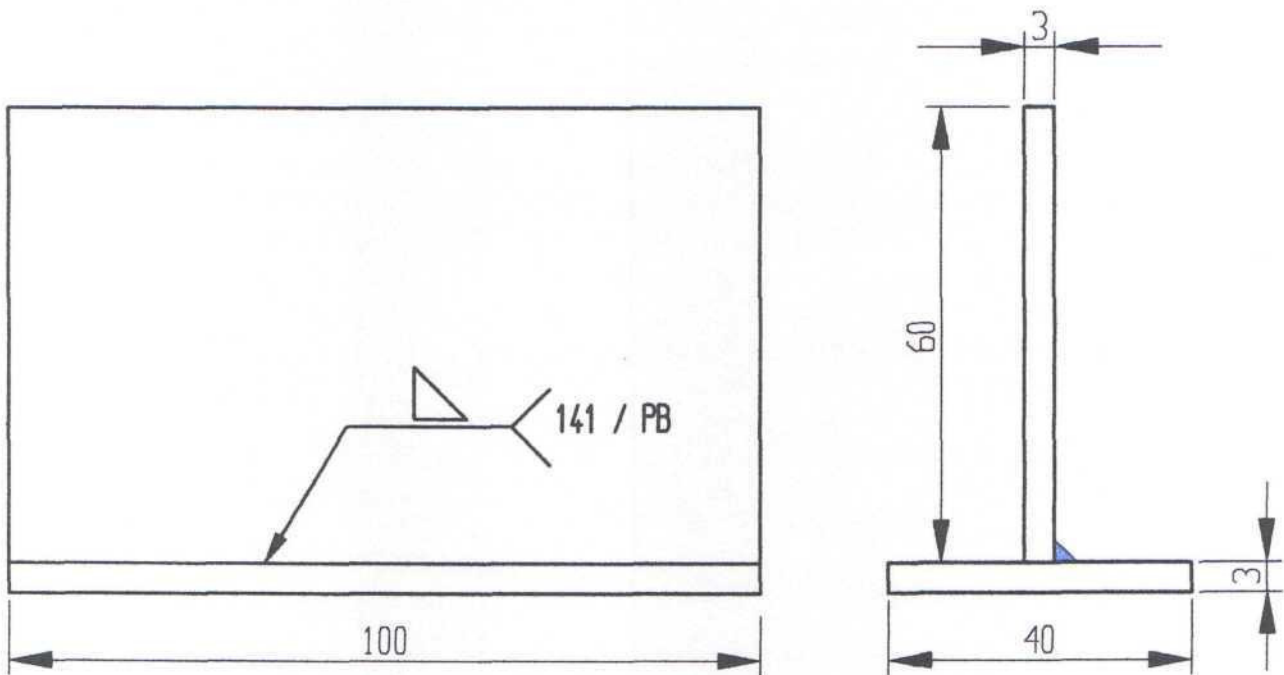


Einbrandkerben z. B. durch zu hohe Stromstärke. Werkstoff wird aus dem Werkstück ausgeschmolzen.



Werkstückkante wurde **nicht erfasst** z. B. durch falsche Schweißbrennerhaltung.

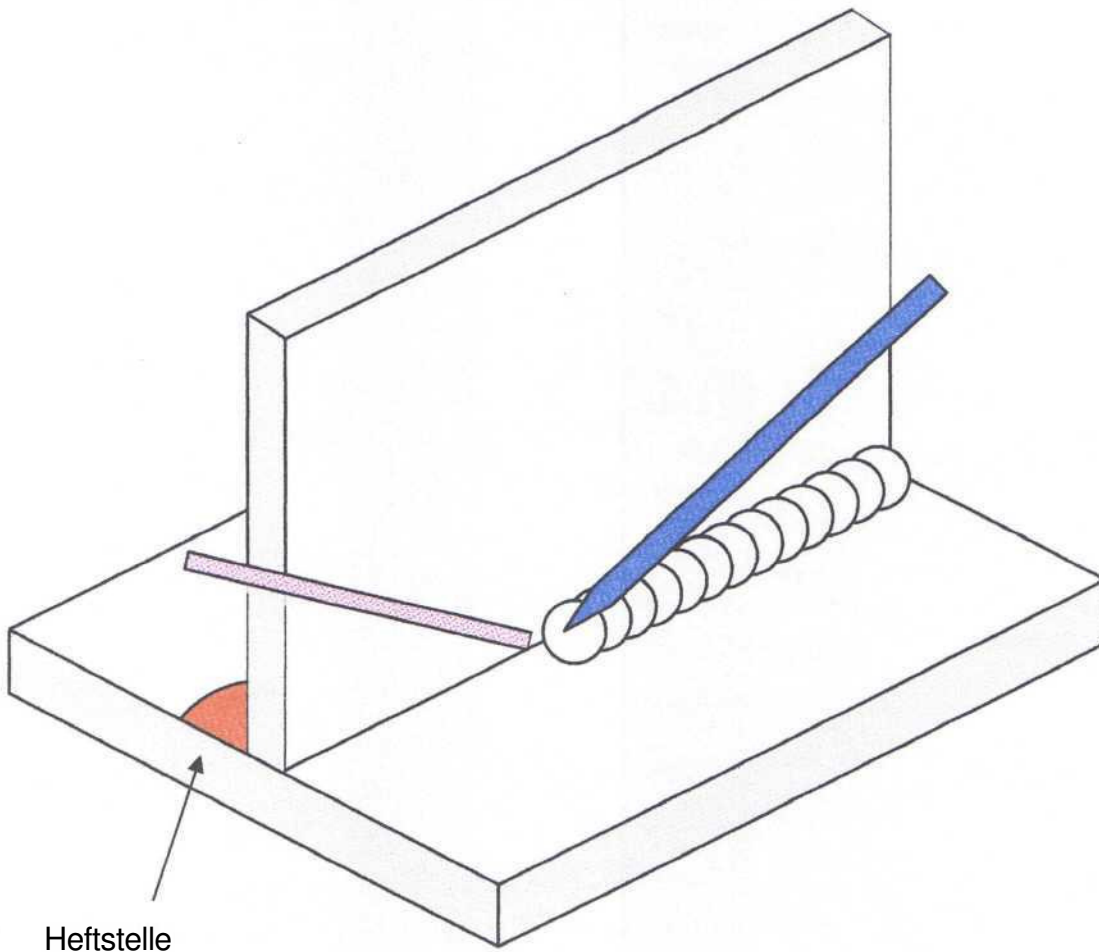
Übung: Kehlnaht am T-Stoß



Stahlblech St 37-2

Arbeitsablauf:

- > Zeichnung lesen
- > Bleche zuschneiden, entgraten, richten und ggf. säubern
- > Wolframelektrode überprüfen und ggf. Anschleifen
- > Schweißgerät einschalten
- > Schweißstromstärke und Schutzgasmenge einstellen
- > Schweißstrom einschalten und Lichtbogen zünden
- > Bleche an fünf Stellen heften (Stirnseiten + 3 Heftstellen) und evtl. richten
- > Schweißnaht in Position PB schweißen
- > Schweißstrom abschalten
- > Schweißgerät ausschalten
- > Schweißraupen säubern



Schweißen des Werkstücks

Bei dieser Kehlnaht stoßen zwei Bleche rechtwinklig aufeinander (T-Stoß).

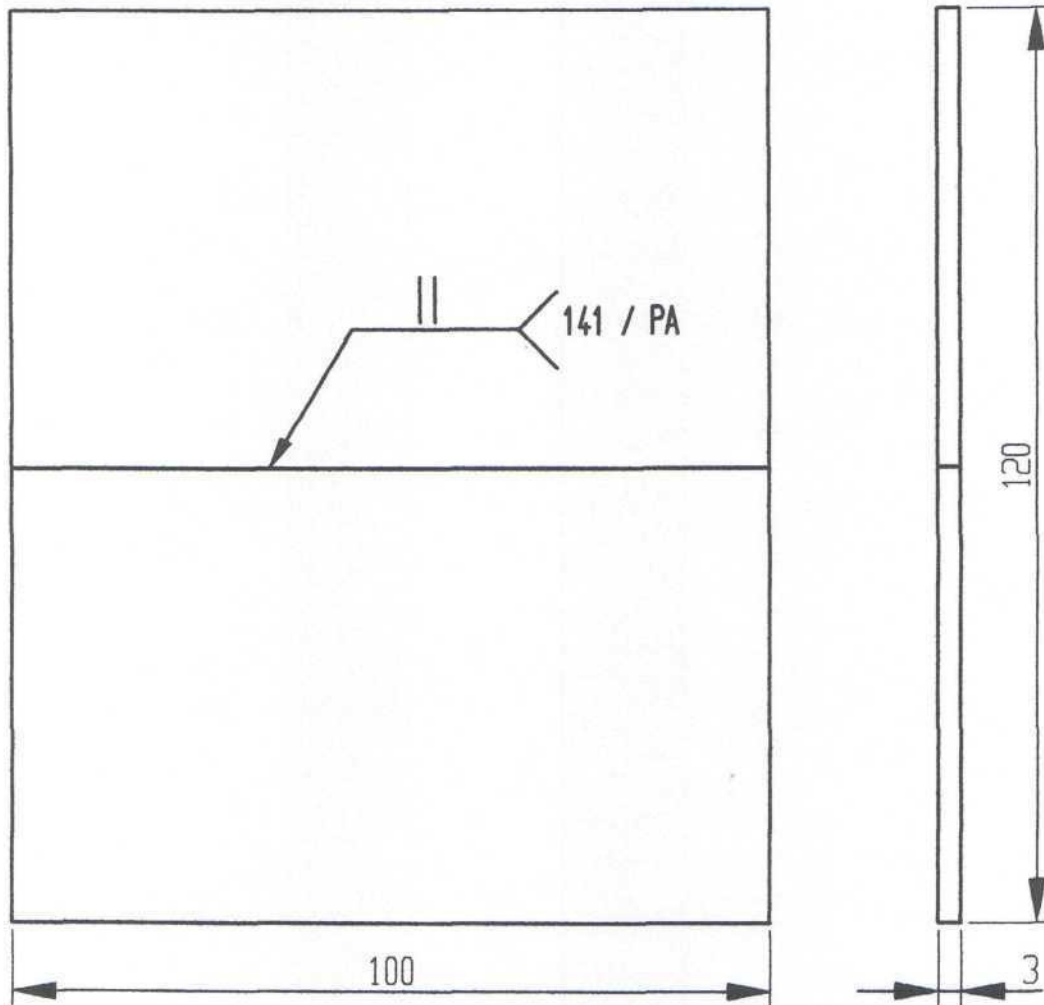
Bei der Vorbereitung für diese Schweißnaht ist darauf zu achten, dass die **Stirnfläche** des senkrechten Bleches **spaltfrei** über die gesamte Länge aufsitzt. Um den korrekten Sitz zu überprüfen, kann man die Bleche in der zukünftigen Schweißposition fest aufeinander pressen und gegen das Licht halten. Findet man so noch größere **Lichtspalte**, müssen die Bleche nachgearbeitet werden. So wird verhindert, dass Schweißgut vom Lichtbogen durch den Spalt gedrückt wird. **Bindefehler** werden so vermieden.

Werden die Heftstellen auf der Rückseite der zu schweißenden Kehlnaht (hier rot dargestellt) angebracht, kann ein Überschweißen der Heftstellen vermieden werden. Muss der T-Stoß beidseitig geschweißt werden, so können die Heftstellen nach dem Schweißen der ersten Seite **abgearbeitet** werden, um so die mögliche Gefahr von Bindefehlern beim Überschweißen auszuschließen. Achten Sie beim Heften auf einen evtl. **Verzug**.

Beim senkrechten Blech wird nur die untere Kante aufgeschmolzen. Beim unteren Blech muss eine größere Fläche erwärmt werden. Der größere **Wärmebedarf** des unteren Bleches wird dadurch gedeckt, dass der Lichtbogen nicht direkt in die Kehle gerichtet wird, sondern der Brenner wird so geführt, dass das untere Blech mehr erwärmt wird.

Im Idealfall soll die Kehlnaht ein **gleichschenkliges** Dreieck bilden.

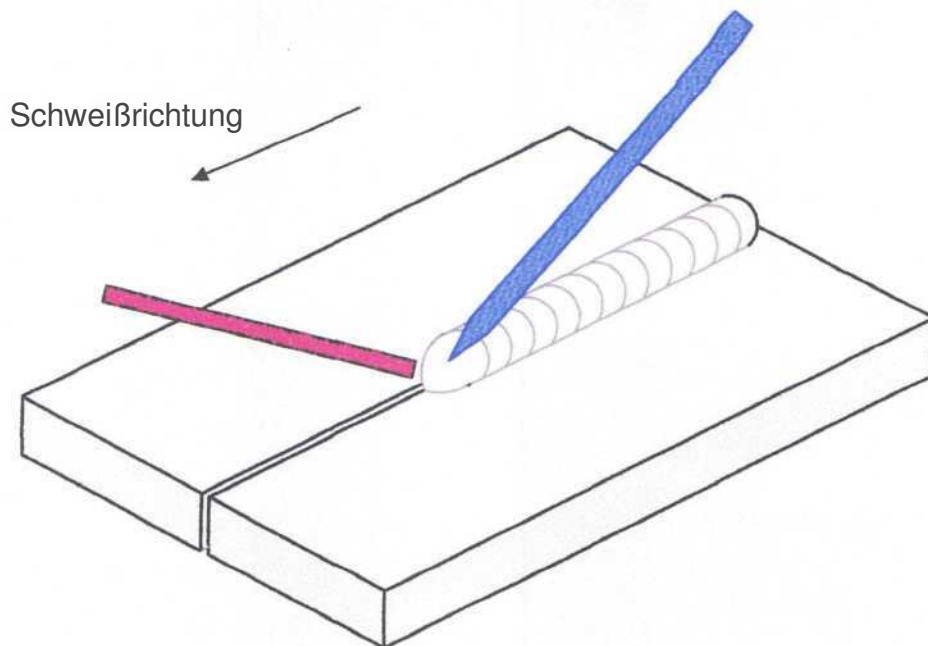
Übung: Stumpfstoß als I - Naht (VA)



Material X 5 CrNi 188

Arbeitsablauf:

- > Zeichnung lesen
- > Bleche zuschneiden, entgraten, richten und ggf. säubern
- > Wolframelektrode überprüfen und ggf. Anschleifen
- > Schweißgerät einschalten
- > Schweißstromstärke und Schutzgasmenge einstellen
- > Schweißstrom einschalten und Lichtbogen zünden
- > Bleche an 4 Stellen heften und evtl. richten
- > Schweißnaht in Position PA schweißen
- > Schweißstrom abschalten
- > Schweißgerät ausschalten
- > Schweißraupen säubern



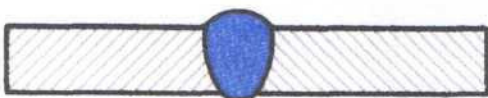
Schweißen des Werkstücks

Werden die Stirnflächen parallel aneinandergelegt, so bezeichnet man diesen Stoß als Stumpfstoß. Die Schweißnaht entsteht durch das Aufschmelzen der Stirnflächen und der Zugabe von geschmolzenem **Schweißzusatzwerkstoff**.

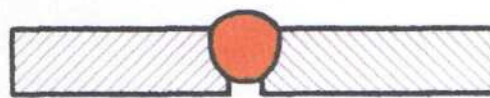
Um eine gute Wurzelschweißung zu erreichen, ist bei einer I-Naht ein Stegabstand vorzusehen. Dieser ist abhängig von der Blechdicke und sollte bei Blechen ab 1 mm aufwärts 1 - 4 mm betragen. Bei Blechen unter 1 mm kann auf einen **Stegabstand** verzichtet werden.

Geheftet wird in einer bestimmten Reihenfolge an mindestens vier Stellen gleichmäßig über die Länge verteilt. Der Stumpfstoß ist **zügig** in einem Arbeitsgang durchzuschweißen, da sich sonst die Bleche durch die ungleichmäßig erwärmen und sich verziehen können. Die Heftstellen müssen gut aufgeschmolzen werden um **Bindefehler** und **Wurzelfehler** zu vermeiden.

Das aus der Gasdüse strömende Schutzgas schützt die Oberseite des Werkstücks vor den Einflüssen der Luft, nicht aber die Rück- bzw. Wurzelseite.

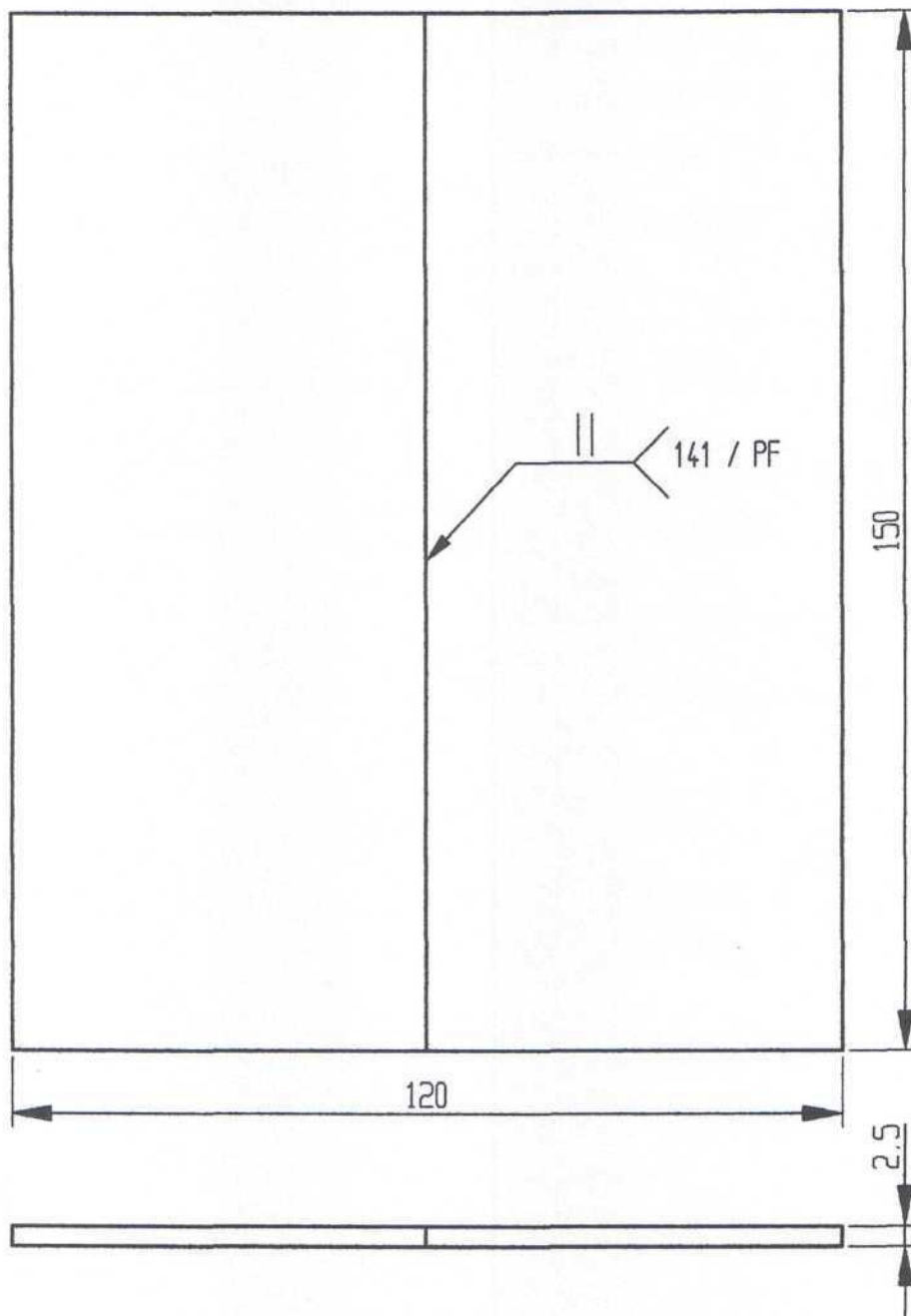


Gut geschweißte Naht



Zu geringe Stromstärke.
Folge: **Wurzel nicht erfasst**

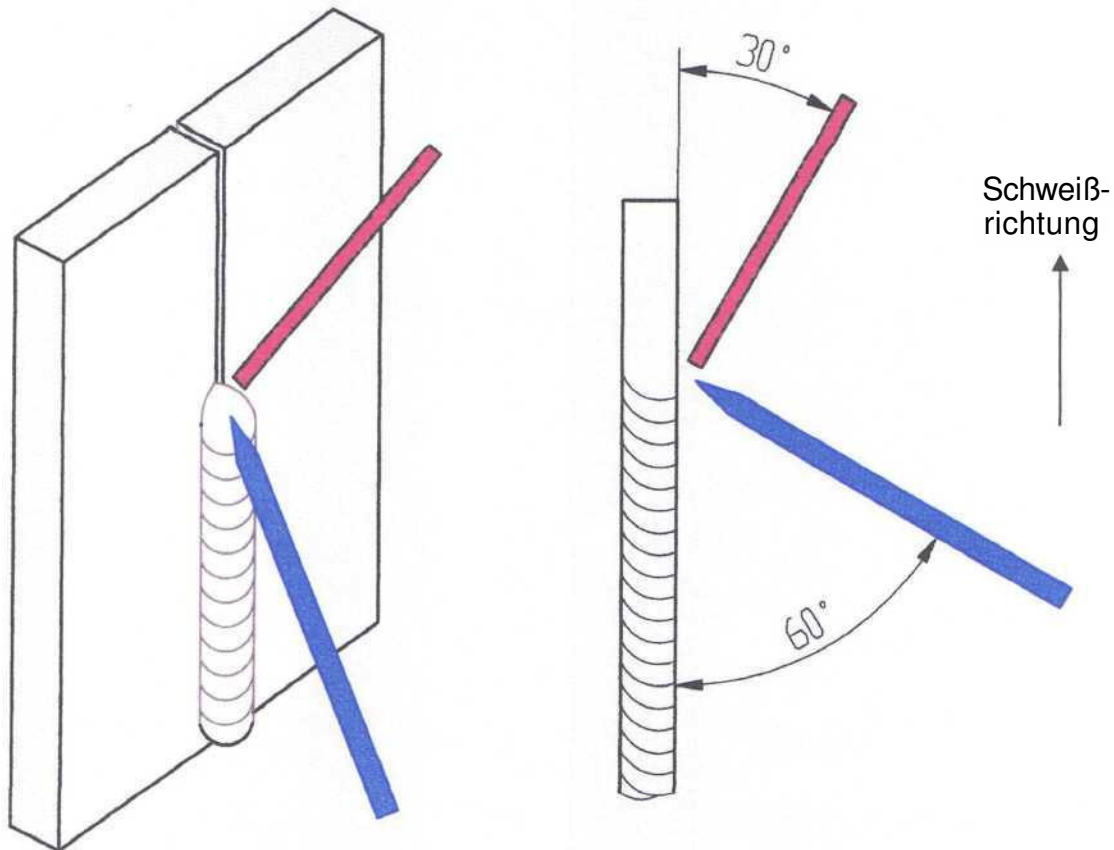
Übung: Stumpfstoß als I - Naht in Steigposition



Stahlblech St 37 - 2

Arbeitsablauf:

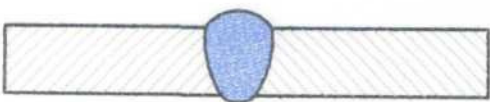
- > Zeichnung lesen
- > Bleche zuschneiden, entgraten, richten und ggf. säubern
- > Wolframelektrode überprüfen und ggf. Anschleifen
- > Schweißgerät einschalten
- > Schweißstromstärke und Schutzgasmenge einstellen
- > Schweißstrom einschalten und Lichtbogen zünden
- > Bleche an 5 Stellen heften und evtl. richten
- > Schweißnaht in Position PF schweißen
- > Schweißstrom abschalten, Schweißgerät ausschalten
- > Schweißraupen säubern



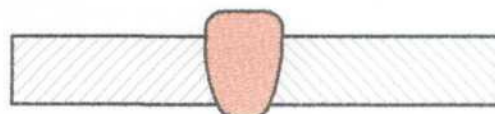
Schweißen des Werkstücks

Nicht immer ist es möglich, alle Schweißarbeiten können in Wannen- oder Horizontalposition durchzuführen. Muss sich der Schweißer der Lage des Werkstücks anpassen, spricht man von einer **Zwangposition**. In dieser Übung wird eine I-Naht in der Steigposition (Kurzzeichen PF) geschweißt. Die Naht wird also von unten nach oben geschweißt. Da der Schweißbrenner die Sicht auf die bereits fertige Naht **versperrt**, muss besonders auf eine **konstante** Schweißgeschwindigkeit geachtet werden.

Der WIG-Schweißbrenner wird schräg nach oben unter einem Winkel von etwa 60° angestellt. Mit dieser Haltung ist eine gute **Wurzelschweißung** möglich. Die Schweißgeschwindigkeit ist in Steigposition geringer. Dadurch besteht die Gefahr einer zu großen **Nahtüberhöhung**. Dies kann man durch eine Anpassung der Schweißgeschwindigkeit und durch entsprechende Zugabe des Schweißzusatzwerkstoffes verhindern.

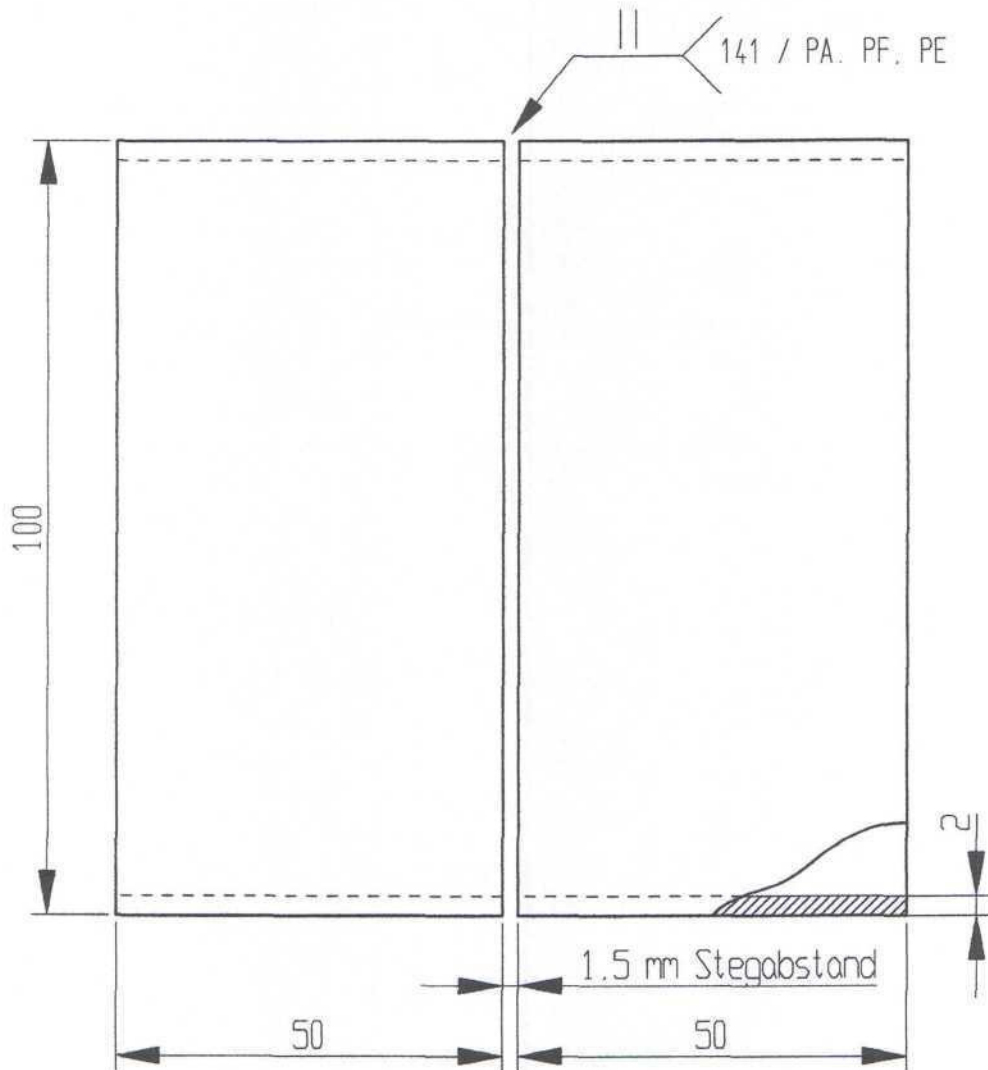


Gut geschweißte Naht



Überhöhte Schweißnaht

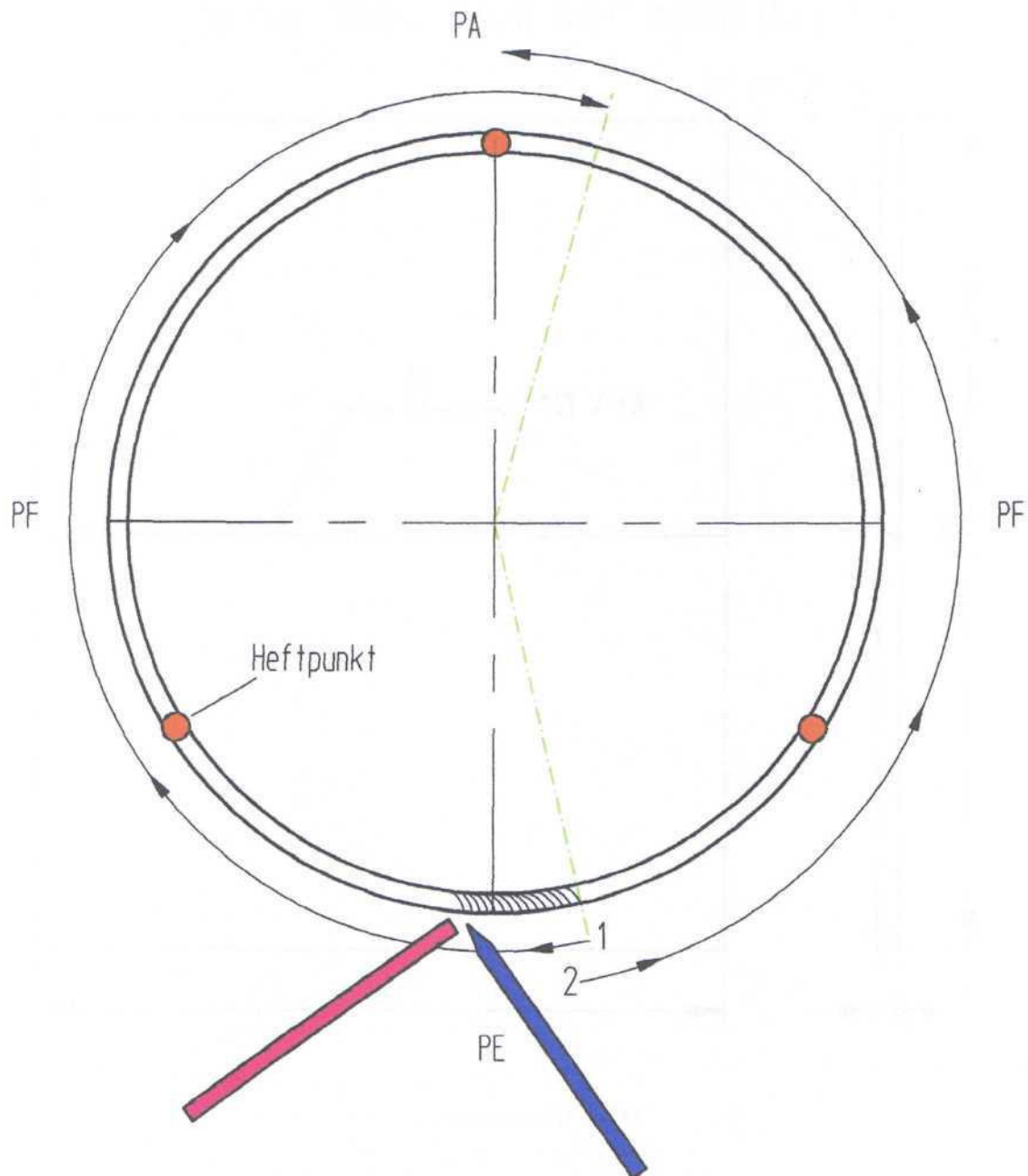
Übung: Stumpfstoß am Rohr



Stahlrohr St 37-2

Arbeitsablauf:

- > Zeichnung lesen
- > Rohre auf der Metallbandsäge zuschneiden, entgraten und ggf. säubern
- > Stirnseiten der Rohrstücke auf der Drehbank plandrehen
- > Wolframelektrode überprüfen und ggf. Anschleifen
- > Schweißgerät einschalten
- > Schweißstromstärke und Schutzgasmenge einstellen
- > Schweißstrom einschalten und Lichtbogen zünden
- > Rohre ausrichten und an 3 Stellen im Abstand von 120° heften
- > I-Naht in Position PA, PF und PE schweißen
- > Schweißstrom abschalten
- > Schweißgerät ausschalten
- > Schweißraupen säubern

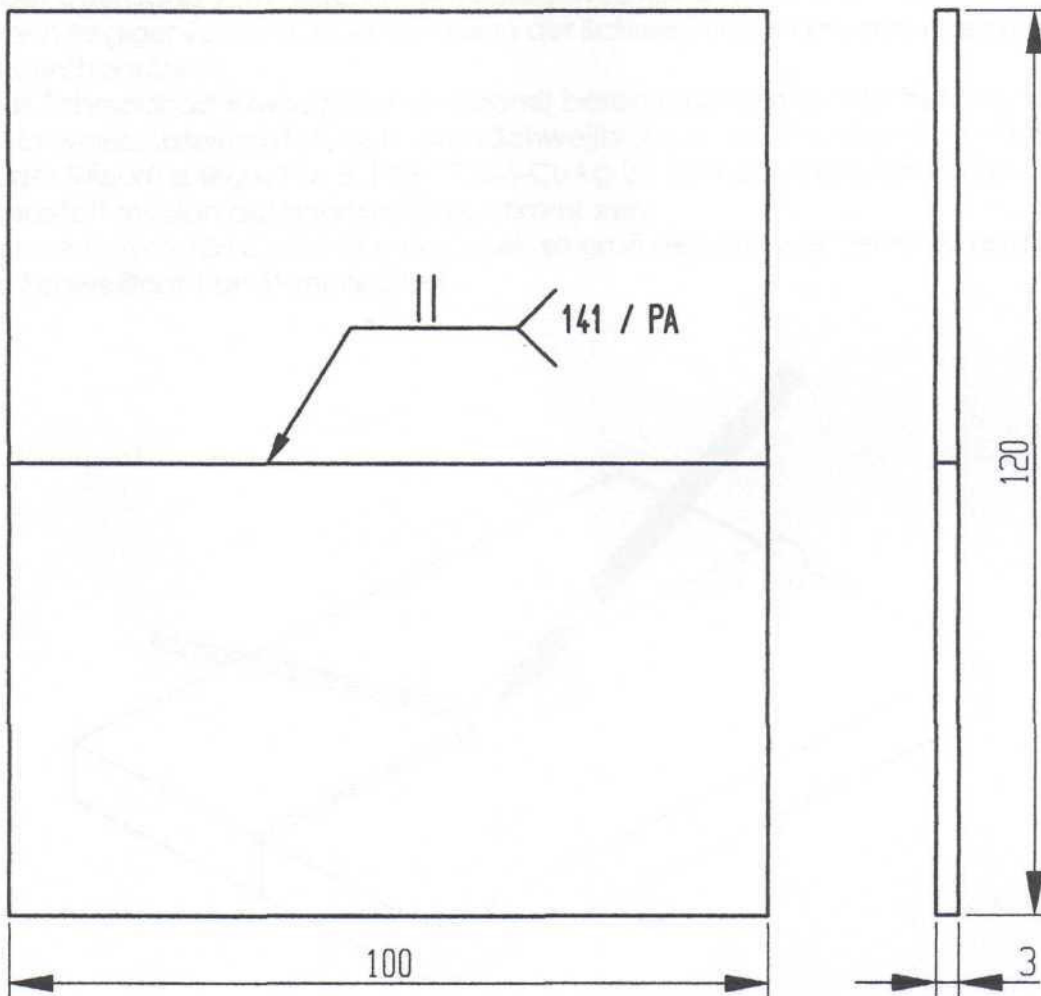


Schweißen des Werkstücks

Die gehefteten Rohrstücke (Heftpunkte hier rot dargestellt) werden waagrecht in einer Spannvorrichtung fixiert und während des Schweißens nicht mehr bewegt. Das Schweißen des Übungsstückes erfolgt in 2 Stufen. In der 1. Stufe wird in der Überkopfposition PE begonnen. Mit fortschreitendem Schweißvorgang kommt der Schweißbrenner in die Steigposition PF und abschließend in die Wannenposition PA. Die gleichen Schweißpositionen durchläuft der Schweißbrenner auch in Stufe 2.

Die Heftstellen müssen gut aufgeschmolzen werden um Bindefehler und Wurzelfehler zu vermeiden. Am Zusammenschluss in den Positionen PE und PA muss die bereits vorhandene Naht etwa 5 mm aufgeschmolzen werden. Dadurch werden Bindefehler an der Ansatzstelle und im Endkrater vermieden.

Übung: Stumpfstoß als I - Naht (Kupfer)



Material SF- Cu

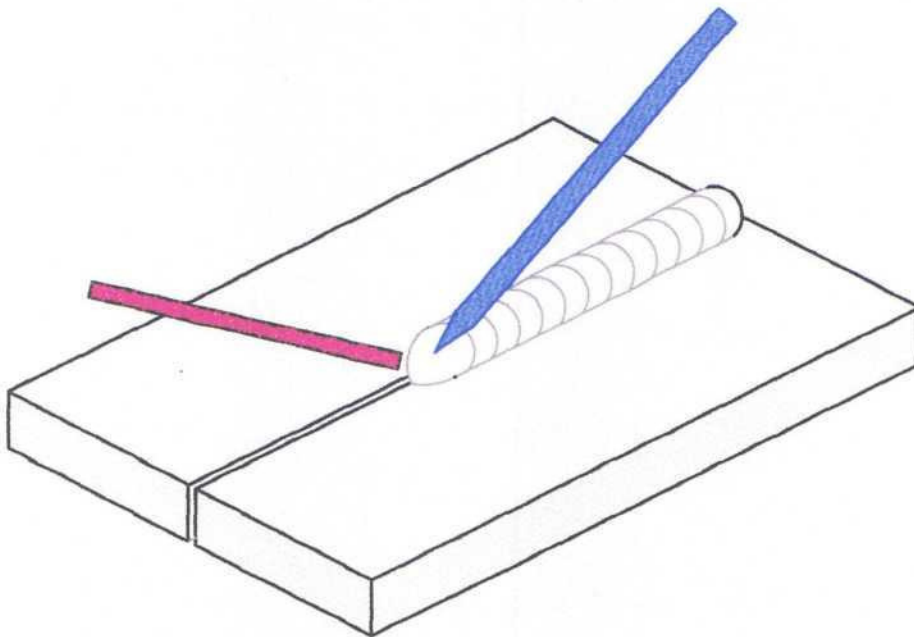
Arbeitsablauf:

- > Zeichnung lesen
- > Bleche zuschneiden, entgraten, richten und ggf. säubern
- > Wolframelektrode überprüfen und ggf. Anschleifen
- > Schweißgerät einschalten
- > Schweißstromstärke und Schutzgasmenge einstellen
- > Schweißstrom einschalten und Lichtbogen zünden
- > Bleche an 4 Stellen heften und evtl. richten
- > Schweißnaht in Position PA schweißen
- > Schweißstrom abschalten
- > Schweißgerät ausschalten
- > Schweißraupen säubern

Kupfer besitzt eine hohe **Wärmeleitfähigkeit** und erschwert dadurch das Schweißen. Im Gegensatz zu Stahl zeigt Kupfer auch bei höheren Temperaturen **keine Glühfarben**. Der Übergang vom festen in den flüssigen Zustand geschieht **schlagartig**. Es entsteht kein teigiger Zustand. Dadurch kann der Schweißstoß im Erwärmungsbereich leicht durchbrechen.

Um das Schmelzbad etwas zäher und damit berechenbaren zu machen, werden dem Schweißzusatzwerkstoff, d. h. dem Schweißstab **Legierungselemente** wie Silber, Zinn oder Silizium zulegiert (z. B. DIN 1733-S-CuAg-2). Grundmaterial und Schweißzusatzwerkstoff müssen aufeinander abgestimmt sein.

Die **Schweißstromstärke** wird etwa doppelt so groß gewählt wie bei einer vergleichbaren Schweißnaht an Stahlblechen.



Schweißen des Werkstücks

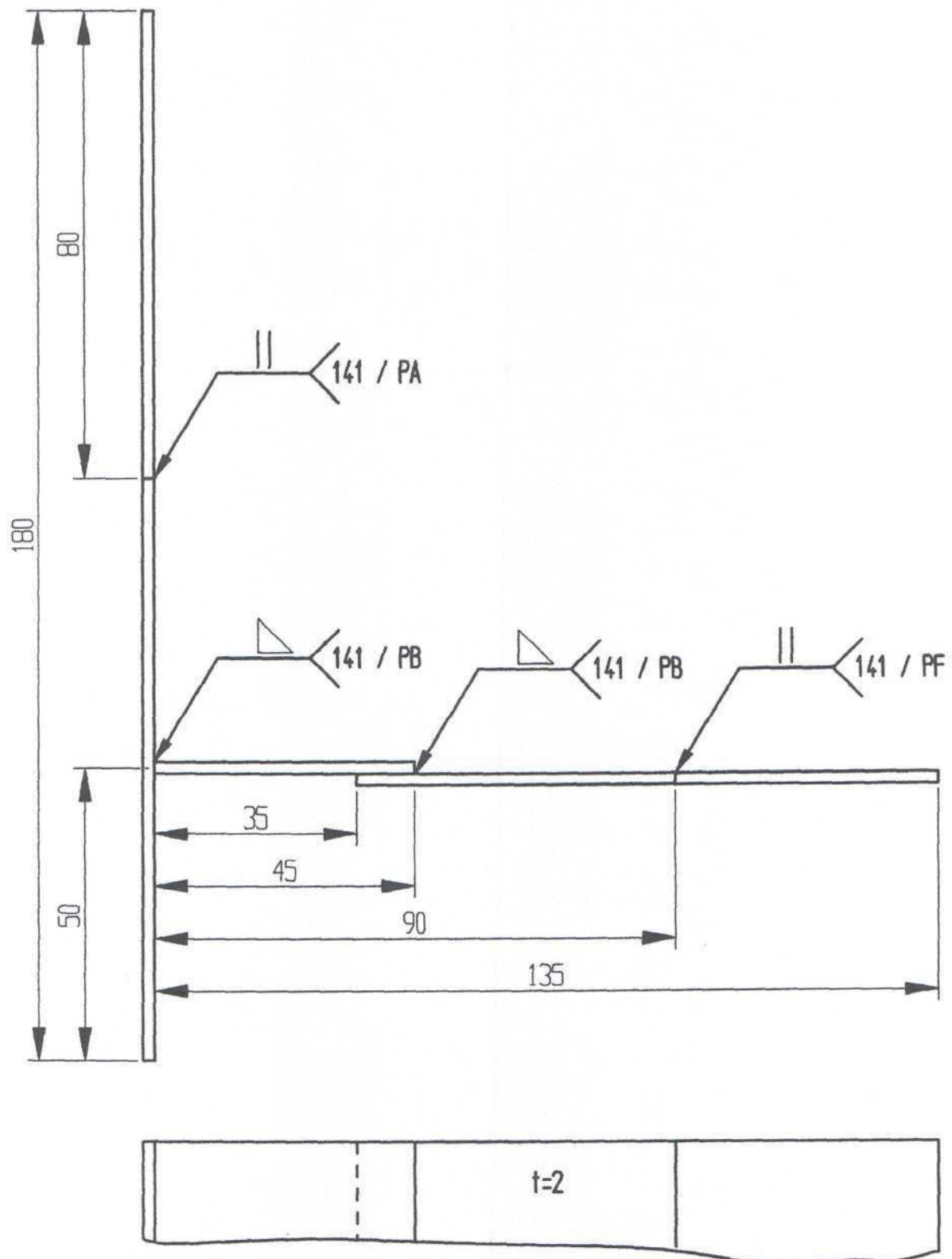
Um die Oxidhaut zu entfernen, müssen die Kupferbleche und der Schweißstab vor dem Schweißen im Schweißbereich **metallisch blank** geschliffen werden.

Ein Schweißflussmittel mit dem der Schweißbereich und der Schweißstab eingestrichen werden, vermindert die Neubildung einer **Oxidschicht** während der Schweißarbeit und erleichtert so das Schweißen. Nach dem Schweißen müssen die Flussmittelrückstände **vollständig** mit Wasser abgewaschen werden.

Ein zusätzlicher Wurzelschutz ist nicht nötig, wenn auch die Blechrückseite ausreichend mit Flussmittel eingestrichen wird.

Kupfer und die meisten Kupferlegierungen werden mit **Gleichstrom** (Elektrode am Minuspol) geschweißt. Eine **Vorwärmung** ist nur bei Materialstärken ab ca. 5 mm notwendig. Dünnere Materialstärken erhalten die nötige Wärme durch die voranlaufende Schweißwärme.

Arbeitsprobe - Abschlussarbeit



Stahlblech St 37 - 2

Die Abschlussarbeit besteht aus der Wiederholung der erlernten Fertigkeiten. Geschweißt wird am unlegierten Stahlblech. Alle Bleche werden vor dem Schweißen komplett zusammengeheftet.

Arbeitsablauf:

- > Zeichnung lesen
- > Bleche zuschneiden, entgraten und ggf. säubern
- > Wolframelektrode überprüfen und ggf. Anschleifen
- > Schweißgerät einschalten
- > Schweißstromstärke und Schutzgasmenge einstellen
- > Schweißstrom einschalten und Lichtbogen zünden
- > Bleche ausrichten und heften
- > I-Nähte und Kehlnähte in Position PA, PF und PB schweißen
- > Schweißstrom abschalten
- > Schweißgerät ausschalten
- > Schweißraupen säubern

Bewertung *der Abschlussarbeit*

Es werden jeweils beurteilt:

1. Nahtüberhöhung,
2. Nahtaussehen,
 - > Gleichmäßigkeit
 - > Nahtansätze
 - > Einbrandkerben
3. Bindefehler,
4. Wurzeldurchhang,
5. Wurzelrückfall.

Aluminiumschweißen

Beim Schweißen von Aluminium wird **Wechselstrom** verwendet. Die schwer schmelzbaren Oxidschichten auf dem Aluminium haben einen Schmelzpunkt von ca. 2050° C. Dagegen hat reines Aluminium nur einen Schmelzpunkt von 650° C.

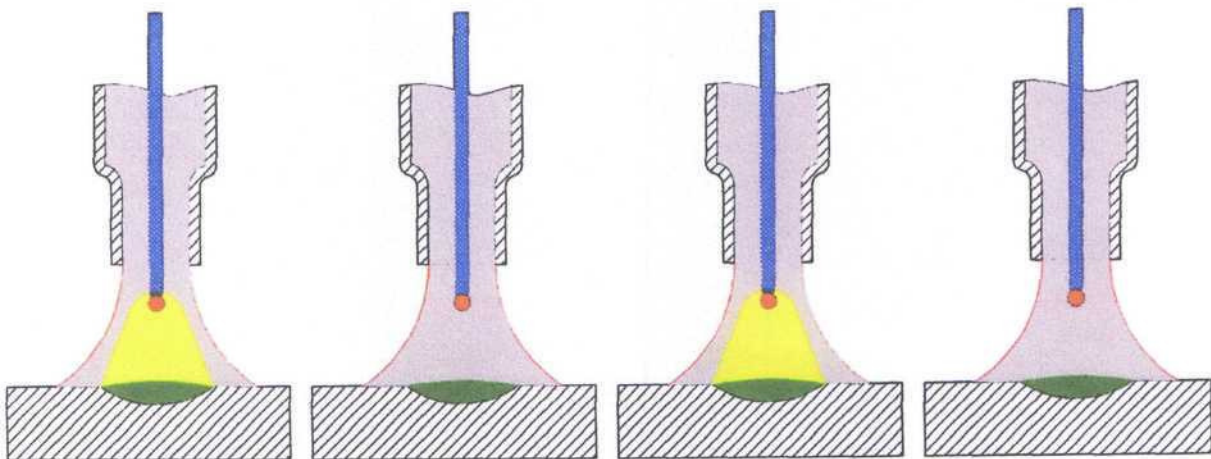
Durch die Anwendung von Wechselstrom mit Pluspolung der Elektrode wird es möglich die **Oxidschichten** zu zerstören. Dabei prallen positiv geladenen Ionen auf die Werkstückoberfläche und reißen aufgrund ihres großen Wirkungsquerschnitts die Oxidschicht auf. Man spricht dabei von der „**Reinigungseffekt**“ des Pluspols.

Die Wolframelektrode ist beim Schweißen einer hohen thermischen Belastung ausgesetzt. Am Elektrodenende bildet sich ein **kugelförmiger** Wolframtropfen (hier rot dargestellt). Es entsteht ein breiter und flacher Einbrand. Bei größerer Materialdicke müssen die Bauteile wegen der schnellen Wärmeableitung vorgewärmt werden.

Lichtbogen bei Wechselstrom

Bei Wechselstrom erlischt bei jedem Polwechsel der Lichtbogen.

Deshalb muss er wie beim berührungslosen Zünden durch Hochspannungsimpulse am Beginn jeder Halbwelle neu gezündet werden.



Oberflächenbehandlung vor dem Schweißen von Aluminium

Bei der Verarbeitung von Aluminium muss besonders großen Wert auf die Oberflächenbehandlung gelegt werden. Aluminiumwerkstoffe sind **getrennt** von anderen Materialien zu lagern und zu verarbeiten. Schon bei der Lieferung von Aluminiumteilen ist auf eine Verpackung zu achten, die alle **schädlichen** Umwelteinflüsse wie z. B. Feuchtigkeit, Öl und Staub ausschließt. Auch für die Lagerung müssen bestimmte Bedingungen eingehalten werden. Aluminium soll in trockenen geschlossenen Hallen bzw. Räumen bei gleich bleibenden **Temperaturen** gelagert werden. Bauteile, die für das Schweißen vorgesehen sind, dürfen keine Anstriche erhalten. Schmier- und Kühlmittelrückstände aus vorhergehenden Bearbeitungsprozessen müssen **vollständig** zu entfernt werden.

Die gleiche Behandlung gilt auch für die Zusatzwerkstoffe.

Schweißnahtvorbereitung (Aluminium)

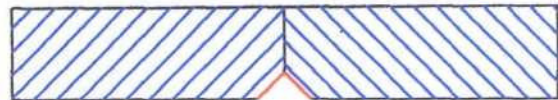
Die zu fügenden Bauteile dürfen wegen der raschen **Neubildung** der Oxidschichten erst kurz vor dem Schweißen gereinigt werden. Zur Reinigung können Beizen oder eine mechanische **Abtragung** durch Bürsten oder Schaben eingesetzt werden. Beim mechanischen Reinigen durch Bürsten ist darauf zu achten, dass **Chrom-Nickel-Stahlbürsten** verwendet werden um Einschlüsse von Kohlenstoffstahl im Grundwerkstoff zu vermeiden. Der Schweißbereich muss auf Ober- und Unterseite sauber, trocken und fettfrei sein.

Sind Oxidschichten ungenügend entfernt, kann es zu **Oxideinschlüssen**, **Bindefehler** und **Porenbildung** kommen.

Beim Schweißen von I-Nähten müssen die Unterkanten mit einer leichten **Fase** versehen werden. Da der Lichtbogen die Stirnseiten einer I-Naht nicht erfassen kann, bleibt die Oxidschicht im Schweißgut stehen. Das Anfasen sorgt dafür, dass die Oxidschicht bis zur **Nahtunterseite** durchrutscht.



falsch



richtig

Zusatzwerkstoffe (Aluminium)

Beim Verbindungsschweißen von Aluminium sind artgleiche oder artähnliche Zusatzwerkstoffe einzusetzen. Die richtige Auswahl und **Qualität** des Zusatzwerkstoffes hat einen wesentlichen Einfluss auf die Qualität der Schweißnaht.

Auswahltabellen von Grund- und Zusatzwerkstoffen können hier hilfreich sein.

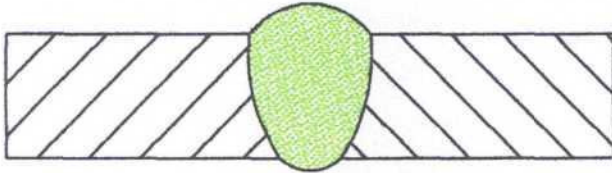
Bei Unsicherheiten im Zusammenhang mit der Auswahl von Zusatzwerkstoffen kann Ihnen der **Fachhändler** weiterhelfen.

Schweißstromstärke (Aluminium)

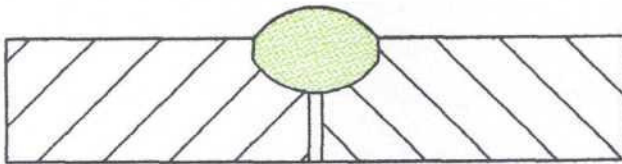
Schweißposition PA, Stumpfnah, Angaben $\pm 20\%$

Blechdicke	Lagenzahl	Ø Elektrode	Schweißstrom	Ø Schweißstab
1,0 mm	1	1,6 mm	50 A	2,0 mm
2,0 mm	1	2,4 mm	70 A	3,0 mm
3,0 mm	1	2,4 mm	120A	3,0 mm
4,0 mm	2	3,2 mm	140A	3,0 mm
5,0 mm	2	3,2 mm	180A	3,0 mm

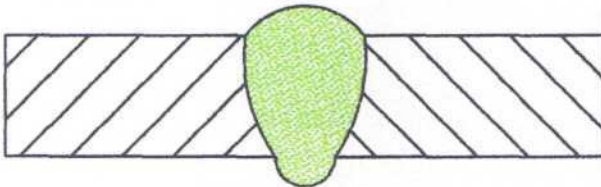
Äußerliche Schweißnahtfehler



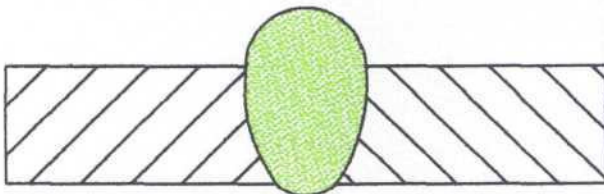
← gute Schweißnaht



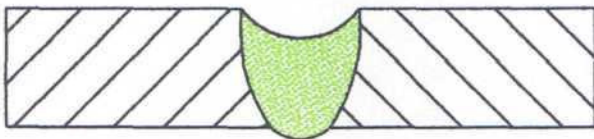
← nicht durchgeschweißt



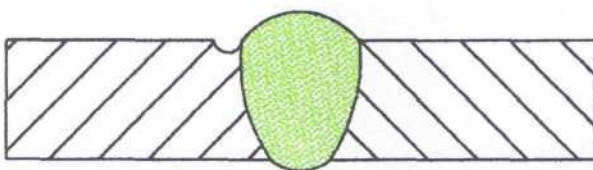
← zu große Wurzelüberhöhung



← zu große Nahtüberhöhung

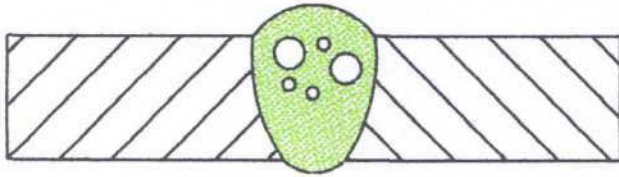


← Nahtunterwölbung

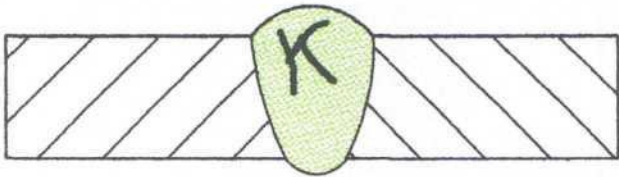


← Einbrandkerben

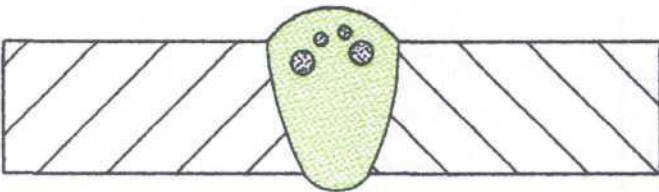
Innere Schweißnahtfehler



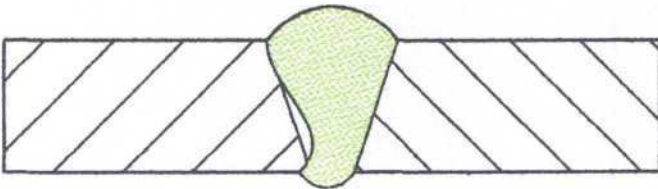
← Poren - Gaseinschlüsse



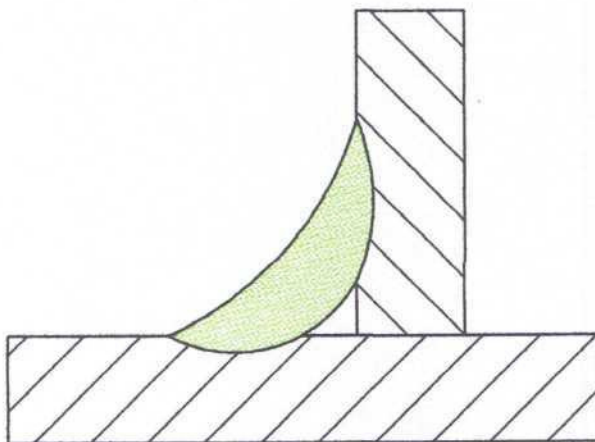
← Schrumpfrisse



← Wolframeinschlüsse



← Bindefehler



← Wurzel nicht erfasst

Ursachen für Schweißnahtfehler

Wolframeinschlüsse:

Wolframeinschlüsse können als Kerben in der Schweißnaht wirken und zu Korrosion führen.

Ursachen für Wolframeinschlüsse:

- > Kontakt der Wolframelektrode mit dem Schweißbad
- > Kontakt der Wolframelektrode mit dem Zusatzwerkstoff
- > Abbrechen der Spitze der Wolframelektrode durch Überlastung

Oxideinschlüsse

Oxide müssen vor dem Schweißen entfernt werden. Das ist besonders beim Schweißen von Aluminium wichtig.

Ursachen für Oxideinschlüsse:

- > Oberflächen nicht metallisch rein
- > Schweißstäbe sind oxidiert
- > Zwischenlagen wurden nicht gereinigt
- > Schweißstäbe wurde beim Schweißen aus dem Schutzgas gezogen
- > Schweißnahtvorbereitung ungenügend (Stegkanten nicht angefast)
- > Oxidation im Wurzelbereich (Formiergas verwenden!)

Porenbildung

Ursachen für Porenbildung:

- > Ungenügende Schutzgasmenge eingestellt
- > Verwirbelung des Schutzgases bei zu hoher Schutzgasmenge
- > Luftzug im Schweißnahtbereich
- > Zu kleine Gasdüse (Gasdüse soll 1,5fach das Schmelzbad abdecken)
- > Brennerabstand zu groß
- > Brennerhaltung zu flach
- > Wassergekühlter Brenner undicht
- > Verschmutzte Werkstückoberfläche
- > Beschädigung an der Gasdüse (Verwirbelung)

Bindefehler

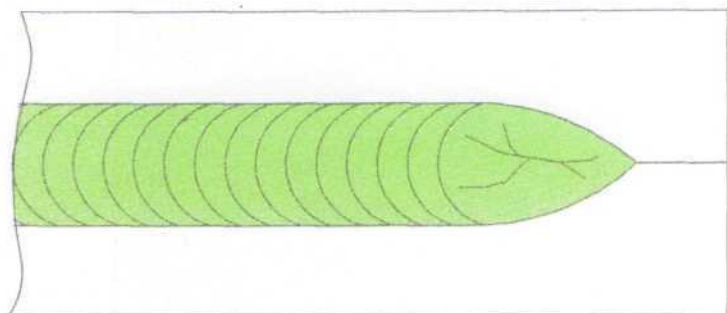
Ursachen für Bindefehler:

- > Nahtflankenwinkel zu steil
- > Steghöhe zu groß
- > Zu schnell geschweißt dadurch ungenügende Aufschmelzung
- > Brenner nicht mittig geführt
- > Schweißraupenfolge ungünstig

Endkraterrisse

Ursachen für Endkraterrisse:

- > Schweißstromstärke zu hoch
- > Zu geringe Schweißgeschwindigkeit
- > Ungenügende Auffüllung mit Schweißzusatzwerkstoff



Einteilung der Stähle

Einteilung nach Phosphor - und Schwefelgehalt:

- **Massenstahl** (Grundstahl) Phosphorgehalt kleiner als 0,08 %, Schwefelgehalt kleiner als 0,07 % Phosphor- und Schwefelgehalt zusammen maximal 0,1 %
- **Qualitätsstähle** Phosphorgehalt kleiner als 0,04 %, Schwefelgehalt kleiner als 0,04 %
- **Edelstahl** Phosphorgehalt kleiner als 0,02 %, Schwefelgehalt kleiner als 0,02 %

Einteilung nach Legierung:

- unlegierter Stahl bis 1,65 % Mangan und 0,5 % Silizium
- niedriglegierter Stahl - Summe der Legierungselemente kleiner als 5 %
- hochlegierter Stahl - Summe der Legierungselemente größer als 5 %

Schweißbeignung von VA-Stahl

Stähle sind gut schweißgeeignet bis zu einem

- Kohlenstoffgehalt von 0,24 % C
- Phosphorgehalt von 0,065 % P
- Schwefelgehalt von 0,065 % S
- Stickstoffgehalt von 0,014% N
- Mangangehalt von 1,65 % Mn
- Siliziumgehalt von 0,5 % Si

Bei hochlegierten Stählen wird die Schweißbeignung durch Titan und Niob im Zusatzwerkstoff verbessert. Diese Elemente binden beim Schweißen den Kohlenstoff ab, so dass eine Bildung von **Chromkarbiden** und somit die **Chromverarmung** im Grundwerkstoff verhindert wird. Eine andere Möglichkeit gegen Chromverarmung ist das **Glühen** der geschweißten Bauteile bei 1050 °C und anschließendes rasches Abschrecken, die Schweißbeignung nach dem so genannten Kohlenstoffäquivalent CEV berechnet:

$$CEV = \% \text{ von C} + \frac{\text{Mn}}{6} + \frac{\text{Cr} + \text{Mo} + \text{V}}{5} + \frac{\text{Ni} + \text{Cu}}{15}$$

- CEV < 0,4 gut schweißgeeignet
- CEV > 0,4 < 0,6 Vorwärmen
- CEV > 0,6 schlecht schweißgeeignet

Schweißbeignung von Baustählen

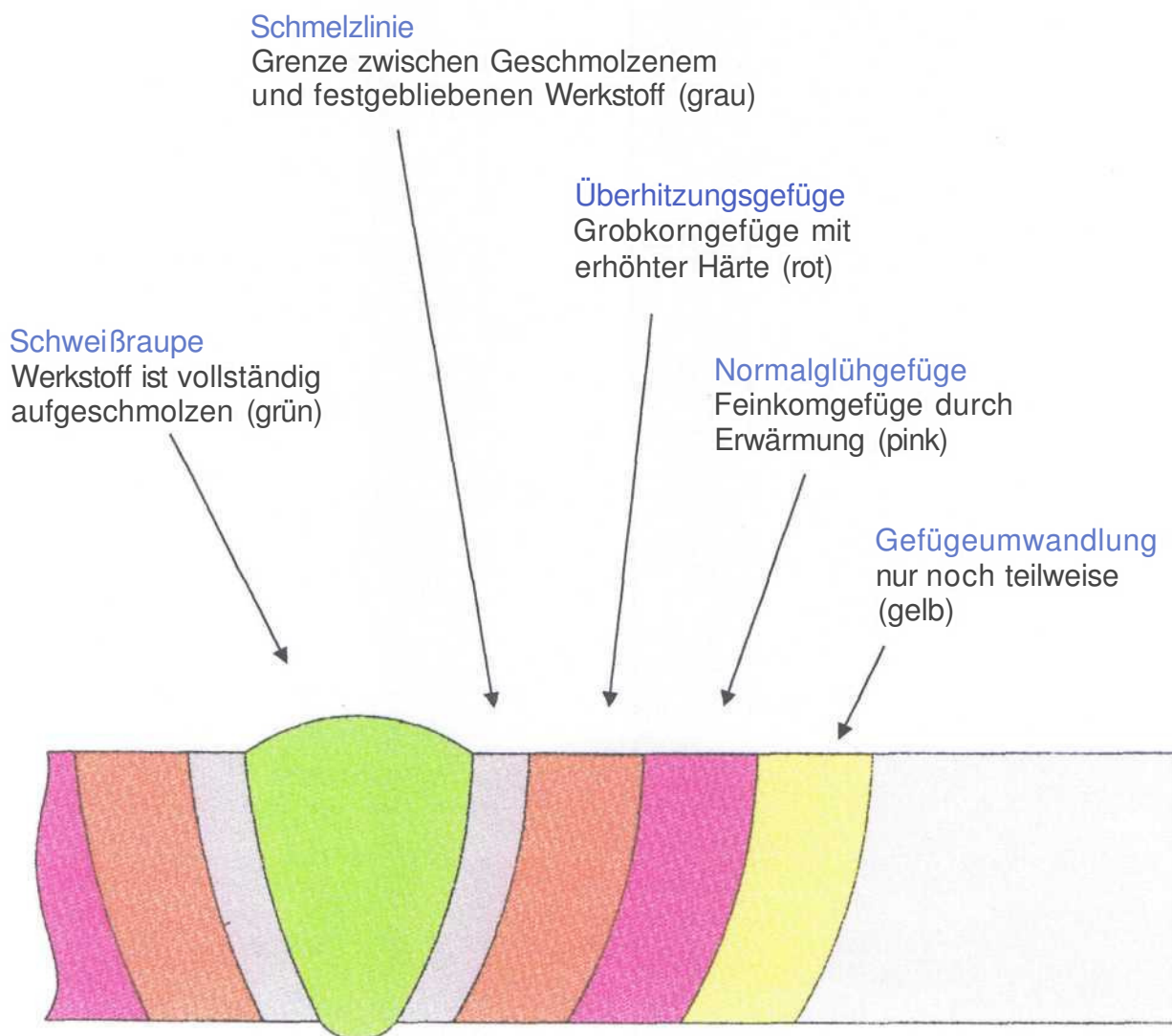
	C	P	S	N	Schweißbarkeit
St 33					bedingt
St 37 - 2	0,17-0,20	0,05	0,05	0,009	gut
St 37 - 3	0,17	0,04	0,04	—	sehr gut
St 44 - 2	0,21 - 0,22	0,05	0,05	0,009	gut
St 44 - 3	0,20	0,04	0,04	—	sehr gut
St 52 - 3	0,20 - 0,22	0,04	0,04	—	gut
St 50 - 2	0,30	0,05	0,05	0,009	nicht geeignet
St 60 - 2	0,40	0,05	0,05	0,009	nicht geeignet
St 70 - 2	0,50	0,05	0,05	0,009	nicht geeignet

Gefüge in Schweißverbindungen

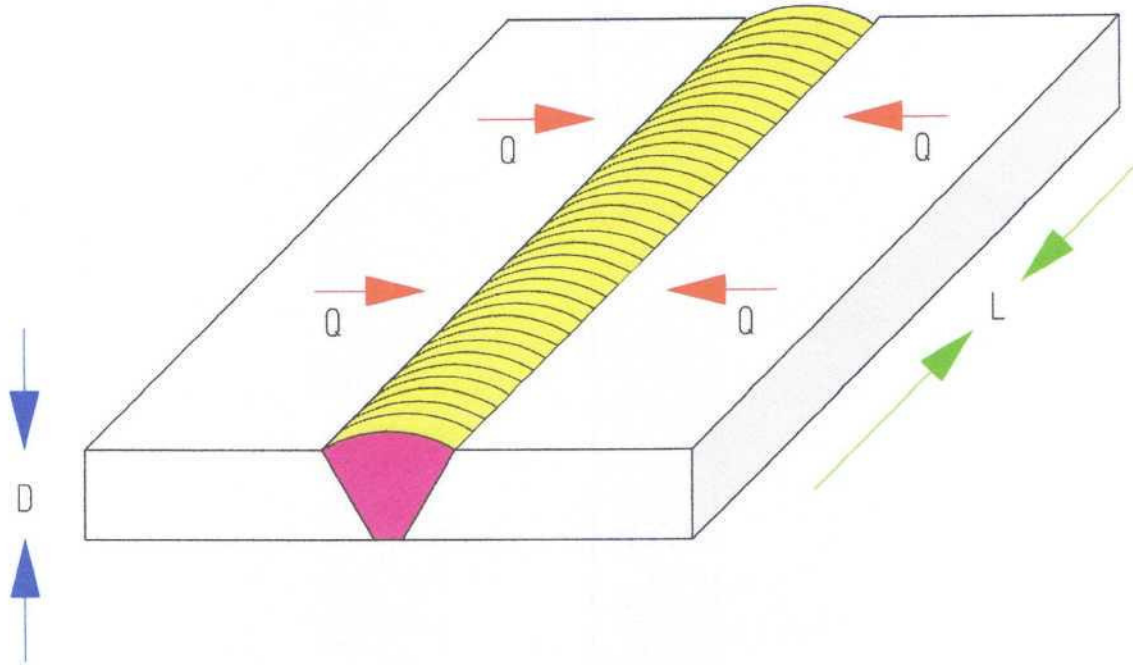
Zum Schmelzschiessen werden **Temperaturen** benötigt, die mindestens der Schmelztemperatur des Werkstückes entsprechen. Die Höhe der Temperaturen hängt im Wesentlichen von der **Wärmezufuhr** durch das Schweißverfahren, von der **Wärmeableitung** der Wärme im Bauteil und von der **Wärmeabgabe** an die Luft ab.

Dieses Erwärmen und Abkühlen verändert das Gefüge einer Schweißverbindung bis in den Grundwerkstoff hinein.

Die Wärmeeinflusszone schließt sich beiderseits an die Schweißnaht an. Sie reicht bis an den Grundwerkstoff, der nicht durch die beim Schweißen eingebrachte Wärme beeinflusst wurde.



Schrumpfung an Stumpfnähten



Schrumpfungsarten:

Rote Pfeile -> Q = Querschrumpfung

Blaue Pfeile -> D = Dickenschrumpfung

Grüne Pfeile ->> L = Längsschrumpfung

Entscheidend für die Größe der entstehenden Schrumpfungen und Spannungen im Bauteil ist die eingebrachte **Wärmemenge**.

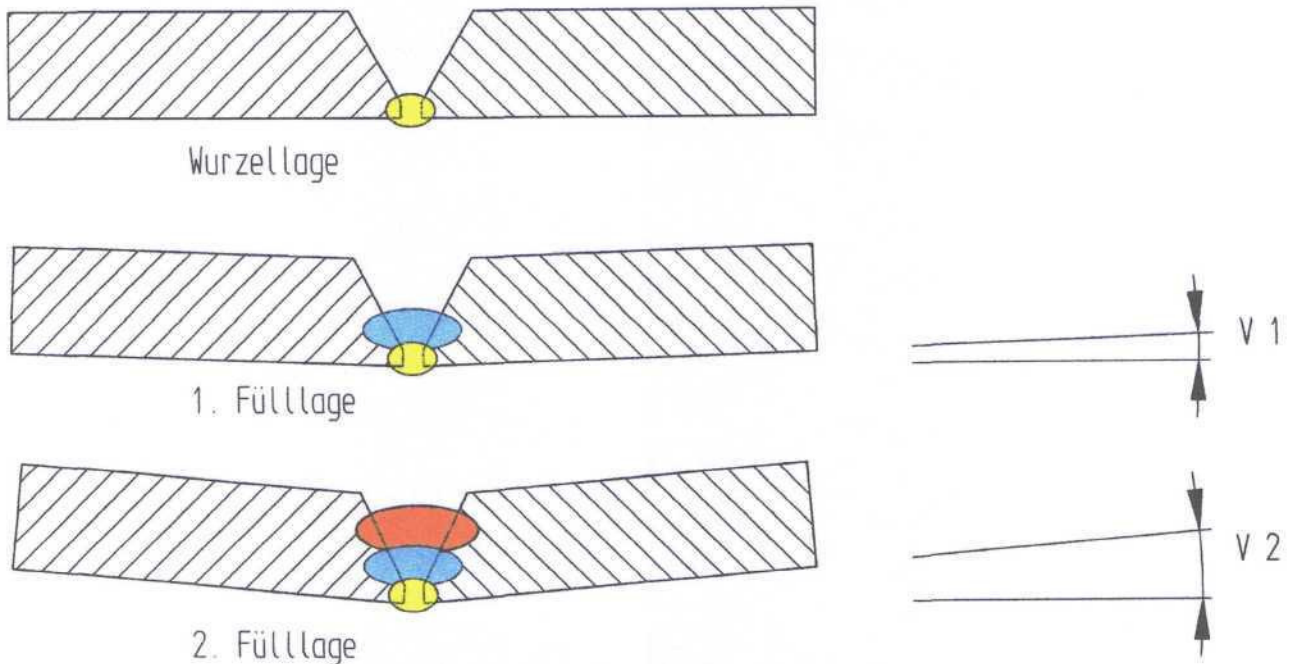
Die Wärmedehnungen und Schrumpfungen werden durch die Schweißwärme hervorgerufen und wirken im Werkstoff räumlich, also nach allen Richtungen.

Spannungen und Schrumpfungen stehen in einem bestimmten Zusammenhang.

Spannungen entstehen immer dann, wenn Schrumpfung behindert ist.

- > Ist die Schrumpfung frei möglich, kommt es zu großen Formänderung, aber zu geringen Spannungen
- > Ist die Schrumpfung behindert, ist die Formänderung gering, aber zu großen Spannungen

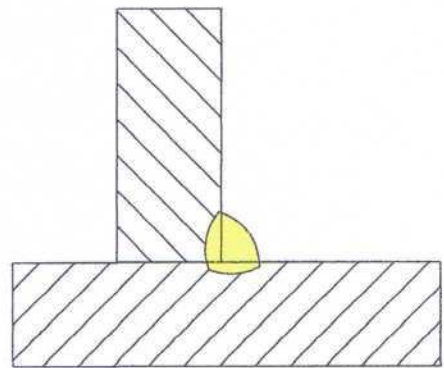
Winkelverzug an Schweißnähten



Schrumpfung und Verzug

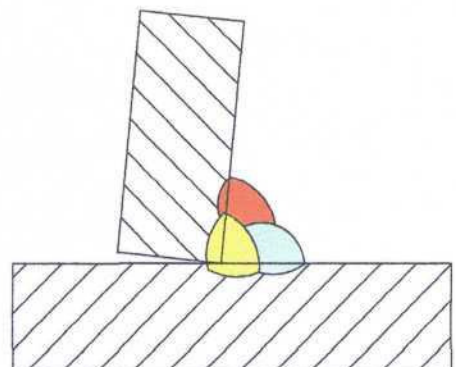
Beim der Erwärmung dehnt sich jeder Werkstoff aus und beim Abkühlen zieht er sich wieder zusammen. Die trifft natürlich auch auf Schweißnähte zu.

Die sehr warme Schweißnaht **schrumpft** beim Abkühlen zusammen. Dadurch verzieht sich das Werkstück. Die Größe des Verzuges ist abhängig von der Form der Nahtfuge und vom Aufbau der Schweißnaht. Je mehr Raupen übereinander geschweißt werden, desto größer ist der **Winkelverzug**.



Gegenmaßnahmen zum Verzug

Gegenmaßnahmen zum Verzug sind z. B. die Wahl von großflächigen zusammenhängenden Einzelteilen, die Anwendung und Einhaltung einer bestimmten **Schweißfolge**, symmetrische Anordnung der Schweißnähte und möglichst geringe **Nahtquerschnitte**. Bei Stumpfstoßen werden die Bleche z. B. so geheftet, dass sie einen kleinen Winkel miteinander bilden, der den **Winkelverzug** bereits berücksichtigt.



Betriebsanweisung für Elektro-Schweißarbeiten

Elektro-Schweißarbeiten dürfen nur Mitarbeiter ausführen, die vom betrieblichen Vorgesetzten beauftragt und mit der Arbeit vertraut sind. Mitarbeiter unter 18 Jahren dürfen diese Arbeiten nicht ausführen, außer zu Ausbildungszwecken und unter Aufsicht. Schweißgeräte dürfen nur nach ausführlicher Unterweisung und mit der ausdrücklichen Genehmigung eines Vorgesetzten benutzt werden.

Zu widerhandlungen haben arbeitsrechtliche Schritte zur Folge!

Gefahrenquellen

- Brand- und Explosionsgefahr durch Lichtbogen, Funken, Metallspritzer, heiße Teile.
- Verletzungen für Augen und Haut durch UV- und Wärme - Strahlen, heiße Teile, Schweißspritzer.
- Gesundheitsgefährdung durch schädliche Rauche, Dämpfe, Gase.
- Erhöhte Gefährdung durch elektrischen Strom (besonders in engen und feuchten Räumen).
- Gesundheitsgefahr beim Schweißen von verzinkten, verbleiten oder mit bleihaltigen Anstrichstoffen versehenen Gegenständen.
- Verletzungsgefahr durch Drahtvorschub.

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

Vor Arbeitsbeginn Anlagen und Geräte auf betriebssicheren Zustand überprüfen. Schutzeinrichtungen dürfen nicht umgangen, entfernt oder unwirksam gemacht werden. An der Anlage auf Ordnung und Sauberkeit achten. Reinigung nur bei abgeschalteter Anlage. Elektrodenhalter nicht unter den Arm klemmen und nur auf gut isolierter Unterlage ablegen. Bei erhöhter Gefährdung in engen und/oder feuchten Räumen, besondere Schutzmaßnahmen gegen elektrische Durchströmung treffen. Beim Einsatz von Gefahrstoffen entsprechende Betriebsanweisung beachten. Instandsetzungsarbeiten nur durch beauftragte und sachkundige Person. Bei längerer Arbeitsunterbrechung Netzspannung abschalten. Beschädigte Isolierstücke am Elektrodenhalter sofort austauschen. Nur bei geschlossener Kleidung schweißen (Gefahr von Hautverbrennungen)! Schweißplätze durch Stellwände oder Vorhänge abschirmen. Für gute Be- und Entlüftung im Arbeitsbereich sorgen, insbesondere bei oberflächenbeschichteten Werkstoffen. Mit brennbaren Stoffen verunreinigte Kleidung z. B. Öl, Fett, Petroleum und Kleidung aus Kunstfasern, darf nicht getragen werden.

Persönliche Schutzausrüstung:

- Lederschürze, Schweißhandschuhe und Schweißschild gegen Strahlungen und Verbrennungen tragen!
- Schutzbrille zum Schutz gegen Materialsplitter tragen!
- Sicherheitsschuhe zum Schutz gegen herunterfallende Werkstücke tragen!
- Enganliegende, schwerentflammbare geeignete Arbeitskleidung tragen!
- Keine Ringe, Ketten oder sonstige Schmuckstücke tragen!

Verhalten im Notfall:

- Schweißgerät abschalten! Im Brandfall Feuerwehr informieren.
- Mitarbeiter warnen, Löschmaßnahmen durchführen, Gefahr durch elektrischen Strom beachten.

Inhaltsverzeichnis

Thema	Seite	Thema	Seite
Einteilung Schutzgasschweißverfahren	2	Auftragsschweißung	18
Verfahrensprinzip WIG	3	Schweißnahtfehler	20, 22, 26, 28
WIG-Schweißanlage	4	Kehlnaht am Überlappstoß	21
Schweißstromquelle	4	Kehlnaht am T-Stoß	23
Schutzgasflasche	5	VA-Schweißen	25
Druckminderer	6	I-Naht am Stumpfstoß steigend	27
WIG-Schweißbrenner	7	Stumpfstoß am Rohr	29
Schlauchpaket	7	Schweißfolge	30
Wolframelektroden	8	1 -Naht am Stumpfstoß Cu	31
Wechsel der Wolframelektrode	8	Kupferschweißen	32
Elektrodenbezeichnung	8	Aluminiumschweißen	35
Anschleifen der Wolframelektroden	9	Schweißnahtvorbereitung für das Aluminiumschweißen	36
Arbeitsschutz	10	Zusatzwerkstoffe für das Aluminiumschweißen	36
Persönliche Schutzausrüstung	10	Schweißstromstärke für das Aluminiumschweißen	36
Zünden des Lichtbogens	11	Äußere Schweißnahtfehler	37
Kennzahlen für Schweißverfahren	12	Innere Schweißnahtfehler	38
Schweißstäbe für WIG-Schweißen	12	Ursachen für Schweißnahtfehler	39
Schweißstromstärke	12	Einteilung der Stähle	40
Polung und Stromarten	13	Schweißbeignung von VA-Stählen	40
Korrekte Schweißstromstärke	14	Schweißbeignung von Baustählen	40
Wurzelschutz mit Formiergas	15	Gefüge in Schweißverbindungen	41
Schweißpositionen	16	Schrumpfungen und Spannungen an Schweißnähten	42
Schweißnahtarten	17	Winkelverzug an Schweißnähten	43
		Betriebsanweisung für Elektro-Schweißarbeiten	44