

Schmelzschweißen

Im weiteren Text ist ausdrücklich vom Schmelzschweißen die Rede.
Verfahren wie Reibschweißen werden hier nicht besprochen.
Schweißen ist ein stoffschlüssiges, unlösbares Fügeverfahren.

Physikalische Vorgänge

Beim Schmelzschweißen werden die Kanten der Werkstücke bis auf Schmelztemperatur erwärmt. Dies geschieht mit oder ohne Zugabe von Zusatzwerkstoff.

Beide Schmelzen müssen nun ineinander fließen und ein Schmelzbad bilden.

Nach dem Abkühlen ist eine homogene Verbindung entstanden.

Homogen bedeutet gleichmäßig. Die Fugestelle unterscheidet sich durch Nichts vom restlichen Werkstück.

Ich lege Wert auf diese Definition! Das Verbinden der Schmelzbäder ist wichtig. Wird nur eine Kante aufgeschmolzen, dann kleben beide Teile zusammen. Dem Meister wird das Teil bei der Begutachtung „versehentlich“ herunterfallen und Sie dürfen dann die Bruchstücke aufsammeln. Mehr im Abschnitt „Schweißfehler“.

Erwärmungsarten

Man kann die Füge Teile durch eine Gasflamme auf Schmelztemperatur bringen. Viele Verfahren benutzen Elektrizität. Es gibt Verfahren, die mit einem Lichtbogen arbeiten und Verfahren die mit dem elektrischen Widerstand an der Fugestelle arbeiten, Reibschweißverfahren und Verfahren, bei denen Strahlung eingesetzt wird (z.B. Laser).

Gasschmelzschweißen (Autogenschweißen)

Beim Autogenschweißen wird die Fugestelle durch eine Gasflamme aufgeschmolzen, in der Regel ein Gemisch aus Acetylen und Sauerstoff. Die notwendige Ausrüstung wird im Fachkundebuch, Kapitel 5.6.11 beschrieben.

Ein paar Bemerkungen dazu: Die Sauerstoffflasche steht unter hohem Druck, bis 200 bar. Fällt eine solche Flasche um und das Ventil reißt ab, dann „geht sie ab, wie eine Rakete“. Ob sie imstande ist eine Backsteinmauer zu durchschlagen?

Wieso nur eine? Der inoffiziell Rekord liegt wohl bei drei. Dann steht im Buch, es könnte sich Knallgas bilden. Merken Sie sich: Sauerstoff ist stark brandfördernd. Auf Deutsch, wenn Ihnen jemand reinen Sauerstoff unter ihre Baumwolljacke bläst und es gibt einen Zündfunken, dann stehen Sie in Flammen. Von schwerentflammbar ist dann keine Rede mehr. Deshalb auch nie mit reinem Sauerstoff etwas „belüften“: Als Letztes, die Sauerstoffflasche steht unter hohem Druck, wird zu viel Sauerstoff entnommen, dann kann das Ventil vereisen und lässt sich in einem Notfall nicht mehr schließen.

Zur Acetylenflasche, es gibt sie auch in braun, dann hat sie einen Auslaufschutz. Acetylen ist wärmeempfindlich und kann sich dann zersetzen „Flaschenbrand“: Deswegen sind die Flaschenvor zu viel Wärme zu schützen.

Der Injektorbrenner ist im Buch erklärt. Beim Entzünden der Flamme ist folgendes zu beachten:

zuerst wird der Sauerstoff aufgedreht,

dann das Acetylen,

die Flamme muss dann sofort entzündet werden.

Anzünden mit einem geeigneten Anzünder, nicht mit dem Feuerzeug oder Streichholz!

Abschalten in umgekehrter Reihenfolge, zuerst das Acetylen zudrehen, dann den Sauerstoff.

Acetylen-Sauerstoff-Flamme

Das Bild im Buch ist nicht sehr schön, Sie können das besser!

dunkler Flammkegel (max. 400 °C) er enthält nur unverbranntes Acetylen-Sauerstoff- Gemisch	weißer Flammkegel (1500 °C bis 2500 °C)	Schweißzone (ca. °C) unvollkommene Verbrennung, die Flamme wirkt reduzierend	Streuflamme (2500 °C bis 1200 °C)
--	--	---	---

Wenn das Internet nicht weiter hilft, dann fragen Sie mal Ihre Ausbilder. Der dunkle Flammkegel ist übrigens blau und die Streuflamme hat natürlich auch ihre Aufgaben.

Autogenschweißen ist ein Verfahren, das sich auch außerhalb der Werkstatt gut einsetzen lässt, genau wie das Lichtbogenhandschweißen. MAG oder MIG hingegen sind für Arbeiten im Freien schlecht geeignet.

Persönliche Schutzausrüstung

Auch wenn die Schweißflamme „nur“ 3200 °C, heiß ist, gilt Vorsicht am Arbeitsplatz. Schwerentflammbare Schutzkleidung ist Pflicht. Tragen Sie eine Schutzbrille und biegen Sie das Drahtende des Zusatzwerkstoffes um, um sich nicht damit zu verletzen. In geschlossenen Räumen muss für eine ausreichende Belüftung gesorgt sein. Speziell auf Baustellen ist besonders auf den Brandschutz zu achten.

Lichtbogenhandschweißen (mit einer Elektrode)

Der Lichtbogen ist eine Art stehender Blitz. Luft ist eigentlich wegen ihres hohen Widerstandes ein Isolator. Beim Zünden des Lichtbogens durch Kurzschluss am Werkstück wird die Luft ionisiert, das heißt elektrisch leitfähig. Wegen des hohen Widerstandes wird der Lichtbogen sehr heiß.

Die Schweißstromquellen sind in Ihrem Fachkundebuch beschrieben. Auch der Hinweis auf die persönliche Schutzausrüstung fehlt nicht.

Beim Lichtbogenschweißen ist sie besonders wichtig, weil der Lichtbogen ultraviolette Strahlung erzeugt, die wiederum zu Hautkrebs führen kann. Der Schweißerschutzschild muss benutzt werden, damit man sich nicht „die Augen verblitzt“.

Elektrodenauswahl

Es gibt unterschiedliche Elektroden. Solche mit saurer und solche mit basischer Umhüllung. Es gibt auch Elektroden ohne Umhüllung und solche mit einer Füllung innen. Außerdem unterscheiden sie sich in ihrer Drahtstärke.

Hier gilt: fragen Sie jemanden, der sich damit auskennt, denn nicht einmal die Polung von Elektrode und Werkstück ist immer gleich. In manchen Fällen wird auch mit Wechselstrom statt mit Gleichstrom geschweißt.

Schweißvorgang

Die Umhüllung der Elektrode und der Kerndraht schmelzen gleichzeitig ab. Die Schlacke bedeckt die heiße Schweißnaht, die so vor Oxidation geschützt wird und langsamer abkühlt.

Wird in mehreren Lagen geschweißt, so muss natürlich vor jeder neuen Schweißlage die Schlacke abgeklopft und die Naht mit der Bürste gereinigt werden.

Normalerweise ist das Werkstück positiv gepolt, hier werden etwa 4200 °C erreicht. Das wird gemacht, weil hier mehr Werkstoff aufgeschmolzen werden muss. An der Elektrode (negativ gepolt) werden ca. 3600 °C erreicht.

Ist die Elektrode sehr dick und es wird eine höhere Abschmelzleistung benötigt, so kann die Polung vertauscht werden.

Blaswirkung

Der Lichtbogen ist, wie jeder elektrische Leiter, von einem Magnetfeld umgeben. Wird dessen Ausbreitung gestört, so kommt es zu einer Ablenkung des Lichtbogens, der Blaswirkung.

Gründe hierfür sind das Schweißen in der Nähe von Masseanhäufungen, an Werkstückrändern, in der Nähe eines Masseanschlusses oder eine ungenügende Anzahl von Heftstellen.

Gegenmaßnahmen sind das Neigen der Elektrode gegen die Blasrichtung. Die Verlegung des Masseanschlusses oder die Nutzung mehrerer Masseanschlüsse. Zahlreichere Heftstellen oder das Vorwärmen der Werkstücke. Man kann auch die Polung des Stroms ändern oder mit Wechselstrom schweißen. Bei der Benutzung von Wechselstrom kann der Lichtbogen wegen der Wechselfrequenz nicht hin und her springen.

Schutzgasschweißen (SG)

Man unterscheidet Wolfram-Schutzgasschweißen mit den Verfahren Wolfram-Inertgasschweißen (WIG) und Wolfram-Plasmaschweißen (WP), sowie Metall-Schutzgasschweißen (MSG) mit den Verfahren Metall-Inertgasschweißen (MIG) und Metall-Aktivgasschweißen.

Die vier Verfahren sind Lichtbogenschweißverfahren mit Schutzgasen.

Die Schutzgase schützen die Schweißnaht vor Oxidation.

Inerte Schutzgase sind Edelgase wie Argon oder Helium, die keine chemischen Verbindungen mit anderen Stoffen eingehen. Ein aktives Schutzgas ist CO₂. Es werden auch Mischungen aus CO₂ und Inertgasen verwendet.

Beim Aktivgas laufen in dem Schweißbad chemische Prozesse ab, bei denen Sauerstoff und Kohlenstoff aufgenommen und abgegeben werden. Nach dem Schweißen ist der Werkstoff aber wieder im Ausgangszustand.

Informieren Sie sich mit dem Fachkundebuch speziell über MAG und MIG.

- Welche Ausrüstung wird benötigt?
- Wofür werden diese Verfahren eingesetzt?
- Wie erfolgt die Zufuhr des Zusatzwerkstoffes?
- Worin besteht der Unterschied zu WIG und WP?

Bearbeiten Sie auch die Wiederholungsfragen im Fachkundebuch.

Noch eine Bemerkung zum Metall-Schutzgasschweißen (MAG und MIG):

die Elektrode wird natürlich über das Schlauchpaket zugeführt und bildet den Zusatzwerkstoff. Das heißt, die Elektrode schmilzt ab. Die

Vorschubgeschwindigkeit der Drahtelektrode lässt sich am Gerät einstellen.

Hier tritt ein Effekt auf, den man „**Innere Regelung**“ nennt.

Ist der Abstand vom Brenner zum Werkstück zu groß, so schmilzt die Elektrode langsamer ab. Das Drahtstück, das aus dem Brenner heraussteht wird länger.

Wird der Abstand zu kurz, so schmilzt die Elektrode schneller ab, der Überstand wird kürzer. Das hat mit der Länge des Lichtbogens und dessen elektrischen Widerstand zu tun.

Die Drahtelektrode ist übrigens nur mit Kupfer ummantelt, wegen des besseren Stromübergangs auf den Draht. Der Draht selbst ist natürlich eine Stahllegierung, die dem Grundwerkstoff möglichst entsprechen soll.

Gestaltung einer Schweißnaht

Die Schweißnaht muss über den ganzen Werkstückquerschnitt gehen.

Um bei dickeren Blechen Durchschweißen zu können, müssen die Werkstückkanten gegebenenfalls angefast werden.

Symmetrische Schweißnähte sind verzugsfreier als einseitige.

Die Werkstückkanten müssen metallisch blank sein, um Bindefehler und Schmutzeinschlüsse zu vermeiden.

Hier ein paar Beispiele:



Die Naht ist nicht durchgeschweißt. Sie bildet eine Schwachstelle, an der das Teil brechen wird.

Eine große, einseitige Naht. Durch die ungleichmäßige Erwärmung hat sich das Teil beim Abkühlen verzogen.

Die Naht ist symmetrisch, das Nahtvolumen ist deutlich geringer. Eine günstige Naht-Form.

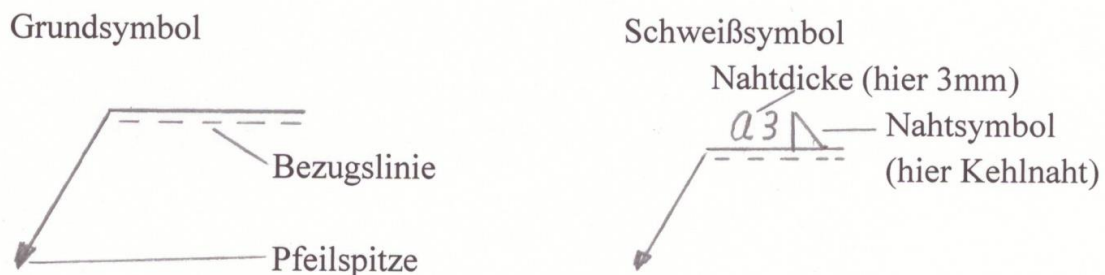
Schweißsymbole

Es gibt extra Schweißzeichnungen, in denen genau angegeben wird, wo mit welchem Verfahren eine Schweißnaht einer bestimmten Form und Größe mit einem festgelegten Schweißverfahren geschweißt wird.

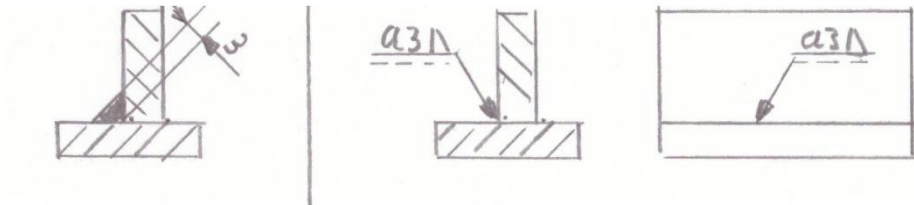
Diese Angaben findet man im Tabellenbuch.

Schweißsymbole

Es gibt ein Grundsymbol mit einer Bezugslinie, das angibt wo geschweißt wird. Ein Symbol gibt an welche Nahtform vorgeschrieben ist und ein Zahlenwert die Nahtdicke.



Als Beispiel sei hier eine durchgehende Kehlnaht a gezeichnet.
in der Seitenansicht befindet sich die Pfeilspitze zwischen Anfangs-
und Endpunkt der Naht. Die Höhe des gleichschenkligen Dreiecks
beträgt $a = 3 \text{ mm}$.



Neben der Kehlnaht sind die I-Naht, die V-Naht und die Y-Naht häufig
verwendete Nahtformen. Skizzieren Sie diese.

Schweißnahtfehler

Innere Fehler

Poren
Risse
Bindefehler
Einschlüsse
Aufhärtung

Äußere Fehler

Poren
Risse
Einbrandstellen
Wurzeldurchhang
Wurzel nicht durchgeschweißt
Zündstelle neben der Naht
Nahtüberhöhung

Viele Schweißfehler lassen sich schon recht einfach von außen erkennen.

Eine Schweißnaht, die aussieht wie eine Mondlandschaft und möglicherweise noch Brandspuren aufweist, wird von innen nicht besser sein.

Schweißnahtprüfung

zerstörend

technologisch

Faltversuch
Biegeversuch

physikalisch

(Kennwertermittlung)
Zugversuch
Kerbschlagbiegeversuch
Härteprüfung

zerstörungsfrei

Sichtkontrolle
Röntgen
Ultraschall
Magnetpulververfahren
Farbeindringverfahren

Noch Fragen?

Wenn Sie Antworten suchen: Stichwort Schweißnahtqualität bei Wikipedia!