



RICHTIG SCHWEISSEN

Fotos: Claudio Kalex, Archiv

Beim Schweißen ist es möglich, zwei Bauteile unmittelbar stofflich miteinander zu verbinden. Wer einmal in ein Schweißgerät investiert, kann aus einem preiswerten Rohstoff stabile Konstruktionen bauen

Zwei Bauteile aus Metall werden beim Schweißen bei starker Hitze unlösbar miteinander verbunden. Dabei werden beim Schmelzschweißen die Grundwerkstoffe bis zur Verflüssigung erhitzt, sie sind nach dem Erkalten stoffschlüssig verbunden. Beim Elektroschweißen wird ein elektrischer Lichtbogen zwischen einer als Zusatzwerkstoff abschmelzenden Elektrode und dem Werkstück als Wärmequelle genutzt. Durch die hohe Temperatur des Lichtbogens wird der Werkstoff an der Schweißstelle aufgeschmolzen. Verschweißt werden können mit einfachen Mitteln kohlenstoffarme Stähle, dazu werden umhüllte Stabelektroden verwendet.



SELBST PRAXISTIPP

Hohe Ströme

Beim Elektroschweißen sind große Stromstärken nötig, um das Metall mit einem Lichtbogen zu schmelzen – über 100 Ampere werden schon mit einfachen Schweiß-Transformatoren erreicht. Dieser Strom könnte gefährlich werden! Stellen Sie deshalb vor Einschalten des Schweißgeräts unbedingt sicher, dass der Massepol sicher mit dem Werkstück verbunden ist. Ein versehentliches Ablösen und Herunterfallen der Anschlusszange könnte schwerwiegende



Den Massepol am besten direkt am Werkstück fixieren

Folgen haben, da der Schweißstrom sich im ungünstigsten Fall einen Weg über die Arbeitsumgebung sucht – mit möglicherweise fatalen Folgen für den Anwender. Halten Sie außerdem den gesamten Arbeitsbereich trocken!

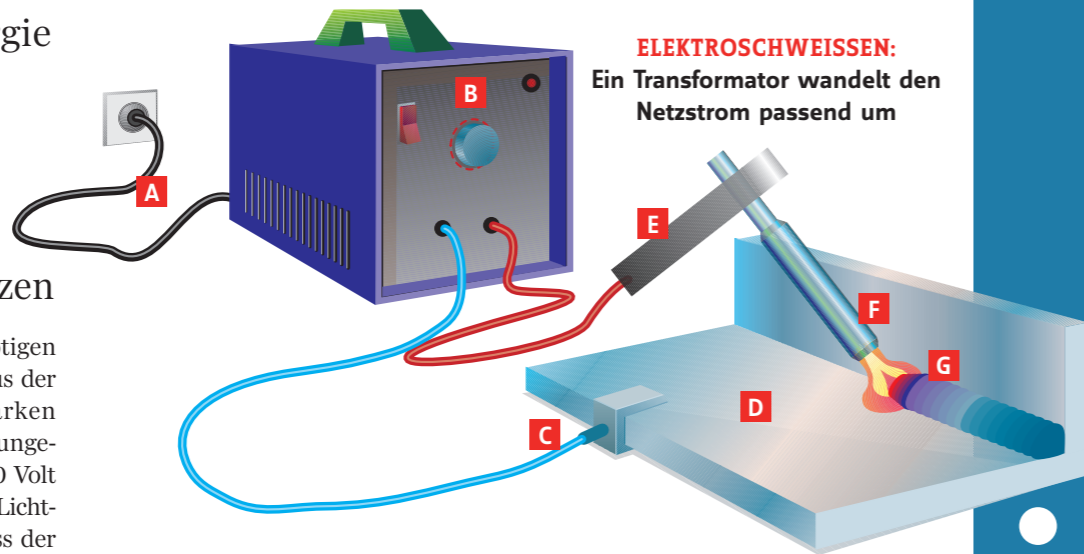
Schweißen – das Prinzip

Es geht darum, Energie aus dem Stromnetz gezielt auf die Schweißstelle zu konzentrieren und das Metall zu schmelzen

Zum Elektroschweißen benötigen Sie ein Schweißgerät, das aus der Netzspannung einen starken Schweißstrom mit einer relativ ungefährlichen Spannung von rund 40 Volt erzeugt. Damit aus dem Strom ein Lichtbogen erzeugt werden kann, muss der Strom zwischen Elektrode und Werkstück angelegt werden. Dazu wird ein Pol per Klemme mit einem blank liegenden Teil des Werk-

STARKER STROM ZWISCHEN ELEKTRODE UND WERKSTÜCK

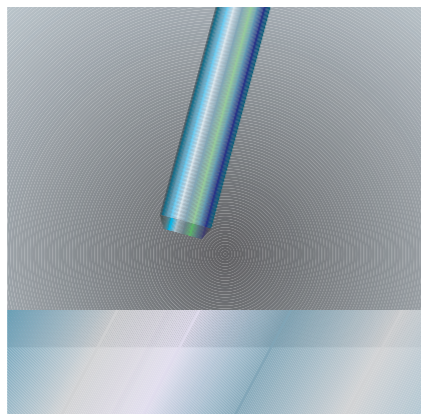
stücks verbunden, der andere Pol mit dem Elektrodenhalter, mit dem das Elektrodenende an die Schweißstelle geführt wird. Der schweißende Lichtbogen schmilzt das Werkstück-Material und das Ende der Elektrode an der Schweißstelle. Das Elektrodenmaterial tritt dabei tropfenweise in die Schweißstelle über und verbindet sich homogen mit dem Werkstück. Die Umhüllung der Schweißelektrode bildet im Bereich des Lichtbogens die notwendige Schutzatmosphäre.



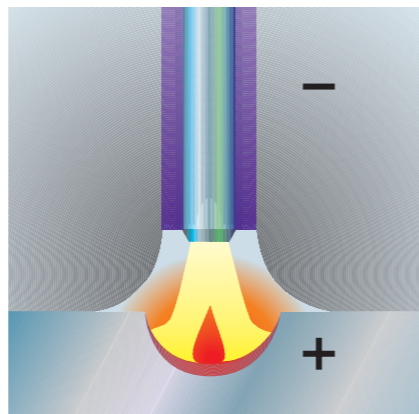
ELEKTROSCHWEISSEN: Ein Transformator wandelt den Netzstrom passend um

Die Spannung des Netzstroms **A** wird im Transformator **B** in Schweißstrom mit geringer Spannung, aber hoher Stromstärke gewandelt. Ein Pol des Stroms wird über eine Masseklemme **C** und das

Werkstück **D**, der andere Pol über den Elektrodenhalter **E** und die Elektrode **F** an die Schweißstelle **G** geführt. Beim Schweißvorgang wird das Metall bis zur Schmelze erhitzt



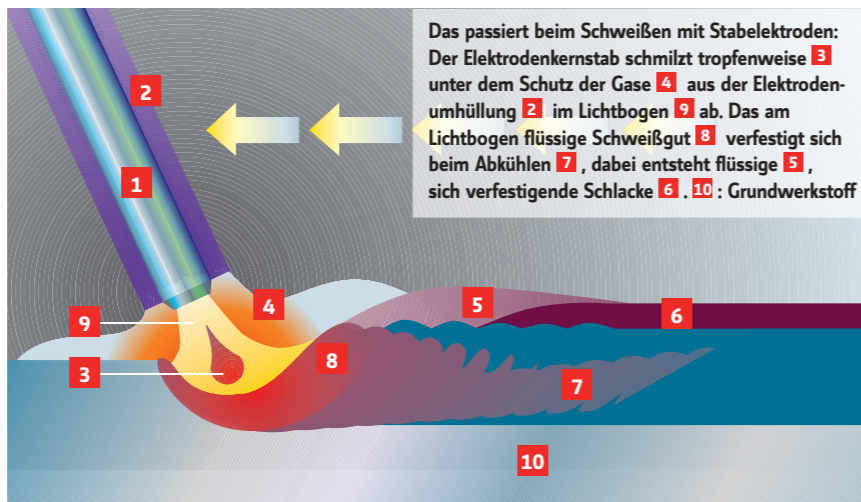
HERANFÜHREN: Zu Beginn des Schweißvorgangs wird mit einem Kurzschluss der Lichtbogen gezündet



LICHTBOGEN: Durch die hohe Wärmeenergie schmilzt das Material im Werkstück und an der Elektrode



Die Elektrode ist am Ende nicht umhüllt, damit der Strom aus dem Elektrodenhalter übertragen wird



Das passiert beim Schweißen mit Stabelektroden: Der Elektrodenkernstab schmilzt tropfenweise **3** unter dem Schutz der Gase **4** aus der Elektrodenumhüllung **2** im Lichtbogen **9** ab. Das am Lichtbogen flüssige Schweißgut **8** verfestigt sich beim Abkühlen **7**, dabei entsteht flüssige **5**, sich verfestigende Schlacke **6**. **10**: Grundwerkstoff

Elektrodenschweißen

Umhüllte Elektroden können mit klassischen Schweißtrafos und Invertern verarbeitet werden. Die Geräte sind einfach bedienbar

Sehr verbreitet sind Schweißtransformatoren. Diese Geräte sind relativ preiswert, dafür aber schwer und sperrig. Herzstück ist ein großer Trafo, dessen Stromabgabe durch Ein- und Ausfahren eines Kerns beeinflusst werden kann.

INVERTER ERZEUGEN EINEN BESONDERS GUTEN SCHWEISSSTROM

Klein und leicht, dafür aber teuer sind sogenannte Inverter, die den Strom elektronisch aufbereiten und deshalb einen stabileren Lichtbogen erzeugen. Aufgrund der anderen Stromaufbereitung sind Inverter weniger anspruchsvoll bei der Auswahl und Länge von Kabelverlängerungen auf der Netzseite.

SELBST PRODUKTINFO Wahl der richtigen Elektrode

Am gebräuchlichsten sind so genannte Rutil-Elektroden. Sie sind erkennbar am Buchstaben R auf der Packung. Rutil-Elektroden lassen sich leicht zünden, brennen gleichmäßig ab und ermöglichen eine problemlose Entfernung der Schlacke. Die Stromstärke für umhüllte Elektroden bestimmen Sie nach der Faustformel: Elektrodenkerndicke x 40 = Stromstärke in Ampere (A). Elektroden trocken lagern!



SCHWEISSTRANSFORMATOR: Transformatoren sind preiswert, aber schwer. Transportrollen sind praktisch

Dieses Modell RT-EW 180 von Einhell (ca. 160 Euro) kann mit einem Griff **A** auf Rollen bewegt werden. Die Verbindungen zu Elektrode **B** und Masse **C** befinden sich auf der Vorderseite. Mit einem

griffigen Stellrad **D** wird die Stromstärke vorgewählt, auch der Netzschalter **E** kann mit Schweißhandschuhen bedient werden. Direkt am Gehäuse gibt es eine Elektrodenablage **F**.



Bei der Vorwahl der Stromstärke wird der Trafokern mechanisch bewegt



Nach dem Schweißvorgang muss die Schlacke abgeklopft werden

GERÄTEDOPPEL: Links ein klassischer Trafo, rechts ein deutlich leichter und kleinerer Inverter (Einhell BT-IW 160, ca. 230 Euro)



Schutzgas-Schweißen

Ein konzentrierterer Lichtbogen macht bei diesem Verfahren das Schweißen dünner Bleche möglich



Druckminderer: Er zeigt Flaschendruck und Durchflussmenge



Brenner: Eine aufgesteckte Düse sorgt für gleichmäßigen Gasfluss

Das sogenannte MAG-Schweißen ist ein Lichtbogen-Schmelzschweißen. Die Abkürzung MAG steht dabei für Metall-Aktiv-Gas, es besteht zum Beispiel aus einer Mischung von Argon und Kohlendioxid. Schutzgas-Schweißen führt nach einiger Übung zu recht guten Ergebnissen und ist sehr vielseitig. Es können sowohl dünne Bleche ab rund 0,5 mm Dicke als auch starkes Material, Stäbe und Rohre verschweißt werden. Allerdings sollten Sie Ihre Fähigkeiten nicht überschätzen: Tragende Teile, Fall- und Überkopfnähte sind etwas für den Profi. Schon beim Kauf eines Gerätes sollten Sie klären, wie Sie preiswert eine Gasflasche nutzen.



Vorschub: Der Schweißdraht wird aus dem Gerät in das Schlauchpaket gefördert



Schweißdraht: Für Nachschub sorgt die im Inneren liegende Vorratsrolle

Der sichere Arbeitsplatz

Hitze, UV-Strahlen, Funkenflug und der helle Lichtbogen gefährden die Gesundheit

Beim Schweißen entstehen hohe Temperaturen und extrem helles Licht mit hohem UV-Anteil. Deshalb ist eine feste, die Haut möglichst vollständig abdeckende Bekleidung empfehlenswert. Das Gesicht muss mit einem Schutzschild abgedeckt sein, in das ein spezielles, stark getöntes Sichtglas (Schutzstufe mindestens DIN 9) eingelassen ist. Auf keinen Fall dürfen Sie (und Beobachter des Schweißvorgangs) ohne Augenschutz direkt in den Lichtbogen blicken!

Tragen Sie Handschuhe aus Leder, damit Funkenflug und heiße Werkstücke Sie nicht verletzen können. Sinnvoll ist auch eine Lederschürze, die ein Verschmutzen der Kleidung verhindert.



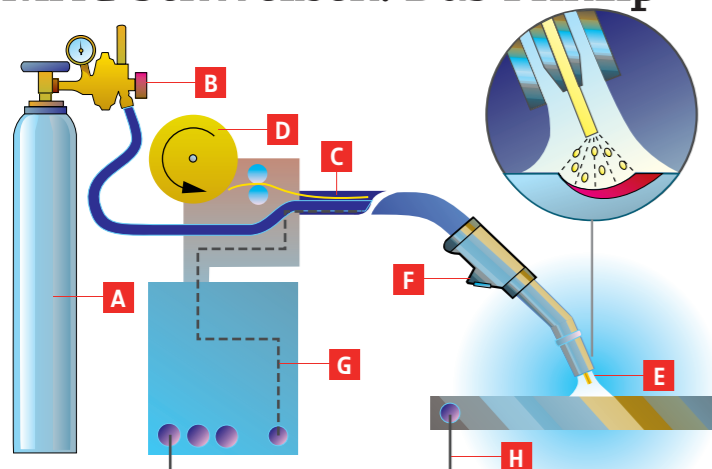
AUTOMATIK-SCHUTZHELM: Ein eingebauter Schutzfilter dunkelt automatisch ab

Feste Kleidung sowie Lederschürze und -handschuhe schützen vor UV-Strahlen und Funken

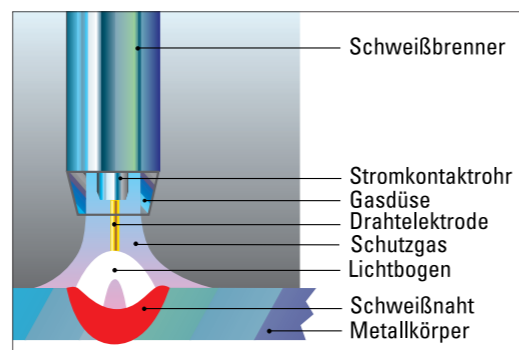
Ein solcher Schweißplatz aus Metall oder eine Metallplatte auf einem Werkisch bieten einen sicheren Arbeitsplatz. Praktisch: Schraubstock und Räder

SCHON GEWUSST?

MAG-Schweißen: Das Prinzip



Das Schutzgas in der Vorratsflasche **A** steht unter einem Druck von bis zu 200 bar. Im Druckminderer **B** wird der Druck abgesenkt und geregelt. Durch das Schlauchpaket **C** wird das Gas zusammen mit der Drahtelektrode **D** zum Brenner **E** geführt. Gaszufuhr und Elektrodennachschub können mit dem Schalter **F** gestartet werden. Der Schweißstrom wird im Schweißgerät **G** bereitgestellt und zum Brenner sowie zur Masselektrode **H** geführt. Der Schweißdraht wird durch den Strom tröpfchenweise abgeschmolzen und gelangt in die Schweißstelle



Das Schutzgas soll die Schweißstelle ruhig umströmen, um Sauerstoff fernzuhalten

MAG-Schweißgeräte verfügen über einen Gas- und einen Netzanschluss. Die Gasmenge wird direkt am Druckminderer eingestellt. Dazu öffnen Sie bei geschlossenem Absperrventil zunächst das Flaschenventil, am Manometer wird nun der Flaschendruck ables-

bar. Nach Öffnen des Ventils strömt das Gas bis in die Schweißpistole. Bei Betätigen der Pistole können Sie am zweiten Manometer die Gasmenge in Litern pro Minute ablesen und mit einer Einstellschraube direkt regulieren. Beginnen Sie mit einer mittleren Einstellung.



HANDSCHILD: Ein Handschild ist preiswert (rund 20 Euro), bindet aber eine Hand und erfordert etwas Übung bei der Anwendung. Eine Schweißbrille genügt übrigens nicht, denn die UV-Belastung der Haut wäre zu groß.



SCHWEISSHELM: Er erlaubt ein beidhändiges Arbeiten, denn das Schutzglas wird während des Schweißvorgangs automatisch blitzartig abgedunkelt. Diese optoelektronische Haube von Einhell kostet rund 100 Euro.

SELBST PRAXISTIPP

Giftige Gase

Beim Schweißen werden gesundheitsschädliche Gase frei. Schweißen Sie deshalb in einem gut belüfteten Bereich – dort muss die Umgebung aber außerdem unbedingt feuerfest sein, da Funken fliegen können. Mit Elektrode können Sie problemlos draußen schweißen – dies ist mit Schutzgas in der Regel nicht möglich, da der Wind das Schutzgas von der Schweißstelle vertreibt und das Ergebnis trübt.



Grundlagen Arbeitstechnik

Vor Beginn der ersten Projekte sollten Sie auf Reststücken erste Erfahrungen sammeln – Fehler werden am Schweißbild erkannt

Bevor Sie am Werkstück arbeiten, sollten Sie die Einstellung an einem Probestück überprüfen. Den richtigen Schweißstrom haben Sie gewählt, wenn die Naht nach Entfernen der Schlacke nur leicht erhaben ist und wenig Spritzer zu sehen sind.

ROST UND FARBE MÜSSEN GRÜNDLICH ENTFERNT WERDEN

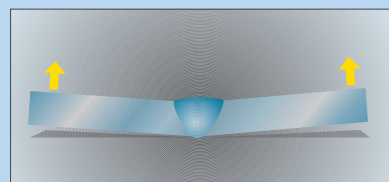
Bei zu schwachem Schweißstrom liegt die Naht mit schlechter Haftung auf der Werkstück-Oberfläche, ein zu hoher Schweißstrom führt zu einer breiten, tiefen Naht – bei dünnem Material kann es sogar zum Durchbrennen kommen.

Restmaterialien zum Üben bekommen Sie für ein paar Euro bei einem Schlosser oder Metallmarkt. Rost und Farbe unbedingt abschleifen. Kaufen Sie

SELBST PRAXISTIPP

Verzug

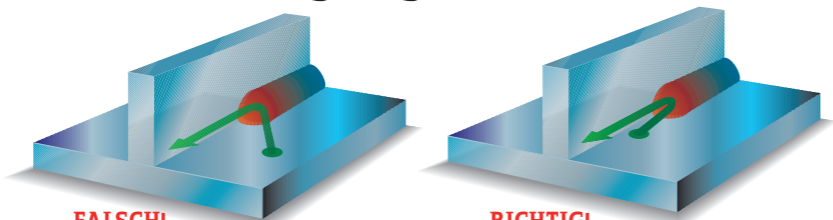
Werden mehrere Werkstücke miteinander verschweißt, sollte man zunächst Schweißpunkte setzen, um das Material in seiner Lage zu fixieren. Sonst könnte es durch die extreme Hitze des Schweißvorgangs zu einem Verziehen der gesamten Konstruktion kommen. Nach dem Punkten reicht die Festigkeit für das Setzen einer Schweißnaht meist aus.



Durch die Hitzeeinwirkung entsteht typischer Verzug in Richtung der Schweißnaht

SELBST PRAXISTIPP

Schweißvorgang zünden



FALSCH!

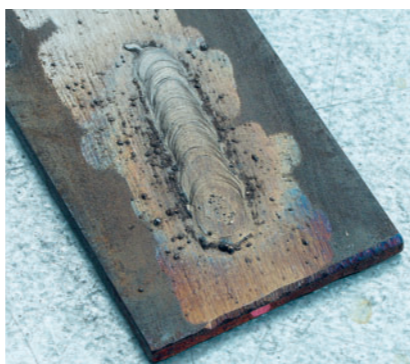
Nicht irgendwo auf dem Werkstück zünden: Die Zündstelle sollte immer im Bereich der späteren ...

RICHTIG!

... Schweißnaht liegen, um Risse und Bindefehler zu vermeiden. So wird die Schweißnaht gleichmäßig



SCHWEISSSTROM ZU SCHWACH: Die Schweißnaht liegt weitgehend auf der Oberfläche des Werkstücks, die Verbindung des Materials ist dann nicht stark genug



SCHWEISSSTROM ZU STARK: Es wird zuviel Material aus dem Werkstück aufgeschmolzen. Vor allem bei dünneren Werkstücken besteht dann Durchbrenngefahr



Schweißstelle vor Beginn der Arbeit blank schleifen oder schrappen. Die Schweißnaht wird beim Elektroden-schweißen von Schlacke überzogen, diese wird dann mit dem Schlacke-hammer abgeklöpft



Unter der Schlackeschicht sichtbar: Die vorbildlich geschweißte glatte, gering erhabene Schweißraupe. Diese kann nun mit einer Schrupp-scheibe geglättet werden, dann tritt das blanke Metall wieder hervor

1 Eckverbindungen



1 Nach dem Blankschleifen werden die Werkstücke erst gepunktet ...



2 ... und noch einmal gerichtet. Dann Nähte durchschweißen



3 Nach dem Abkühlen die Schweiß-nähte mit Schruppscheibe polieren

2 Flachverbindungen



1 Auch hier die blanken Verbindungsstellen zunächst anpunkten, ...



2 ... bei Bedarf ausrichten und danach durchschweißen. Nach dem ...

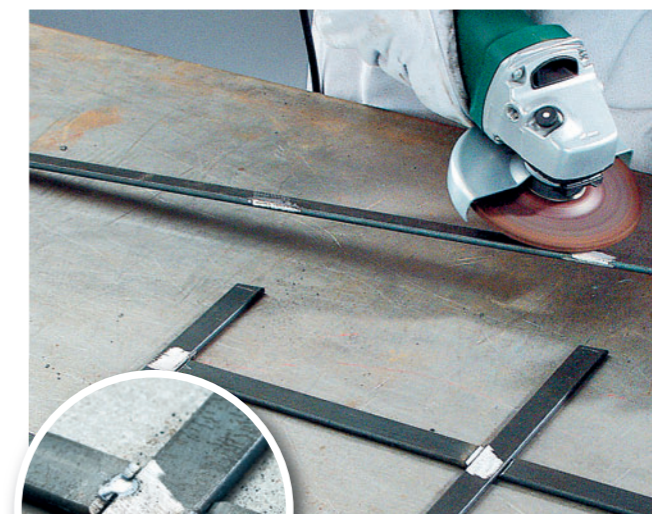


3 ... Schichten ist kaum noch ein Übergang im Material erkennbar

für Ihre ersten Projekte am besten blankgezogenes oder warmgeformtes Material, das sich gut schweißen lässt. Im Metallhandel werden entsprechende Stähle preiswert pro Kilo verkauft. Das Material für das Rankgitter rechts kostete rund 10 Euro.

Die zu verschweißenden Teile zusammenlegen und falls nötig mit einer Gripzange oder Schraubzwingen fixieren. Das Massekabel des Schweißgeräts an einer blanken Stelle des Werkstücks befestigen. Achtung: Das Massekabel darf während des Schweißens nicht abrutschen – Lebensgefahr!

Alle Nähte zunächst nur mit Punkten fixieren. So können Sie die Lage der Teile noch korrigieren. Außerdem bleiben die Teile in der richtigen Position, auch wenn sich das Metall durch die Hitze des Lichtbogens verziehen sollte. Danach die Punkte mit Hammer und Bürste von Schlacke befreien und alle Nähte durchschweißen.



An größeren Konstruktionen genügt es, die Schweißbereiche vor Beginn der Arbeit blank anzuschleifen



Dünne Rost- und Korrosionsschutz-Schichten können verschweißt werden – die Rauchgasbelastung ist dabei jedoch deutlich höher



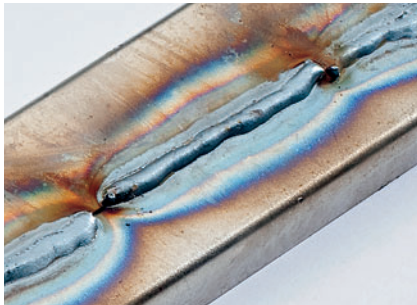
Praxis Schutzgas-Schweißen

Die richtige Einstellung sehen Sie bei Tests den Schweißnähten an

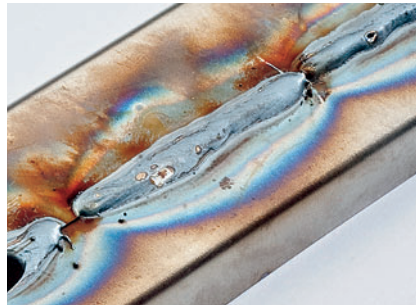
Neben dem richtigen Gasfluss (siehe Seite 4) sind Schweißstrom und Vorschubgeschwindigkeit der Drahtelektrode wichtige technische Einflussfaktoren für haltbare Schweißverbindungen. Beide Größen steigen mit der Dicke des zu schweißenden Materials. Richtgrößen finden Sie in der Anleitung des jeweils verwendeten Geräts. Ob die Parameter stimmen, können Sie am Aussehen der Schweißverbindung ablesen.



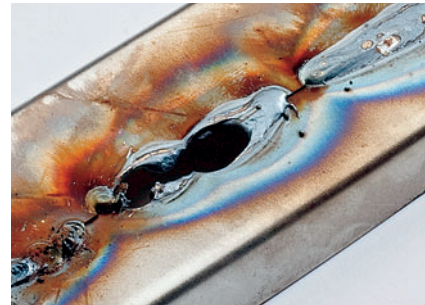
Damit der Schweißdraht nachgeführt wird, das Schlauchpaket gerade führen, den Brenner leicht schräg halten



Strom zu gering: Die Naht ist zu hoch geformt und ist wenig stabil



Richtige Einstellung: Die Werkstücke werden fast übergangslos verbunden



Strom zu stark: Deutliche Brandspuren, Material wird durchgebrannt



Zu wenig Gas: Starkes Spritzen, die Naht ist unregelmäßig, Brandspuren



Zu geringer Drahtvorschub: Schmauchspuren, Gefahr des Durchbrennens



Zu hoher Drahtvorschub: Starke Brandspuren, starke Spritzer

SELBST PRAXISTIPP

Anhaftungen vorbeugen

Pfleglich behandeln sollten Sie das Schlauchpaket und den Brenner. Das Schlauchpaket niemals knicken, denn dadurch wird die Zuführung des Schweißdrahts behindert. Brenner regelmäßig von Schweißspritzern reinigen, die den Gaszufluss behindern und zum Kurzschluss führen können. Am besten vor der Arbeit den Düsenbereich des Brenners mit Pistolenspray behandeln.



Pistolenspray vor dem Schweißen aufbringen



Kommt es dennoch zu Anhaftungen, hilft ein solcher Düsenreiniger beim Säubern