



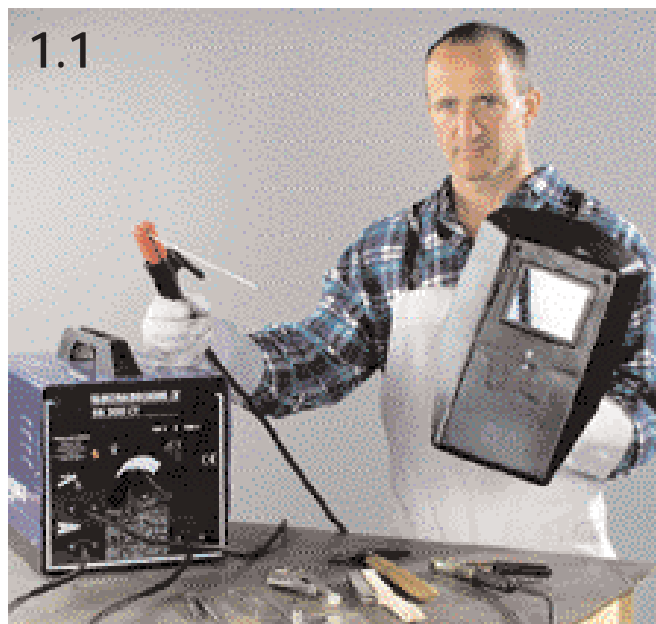
Elektro-Schweissen

1. Ausrüstung beim Elektroschweissen

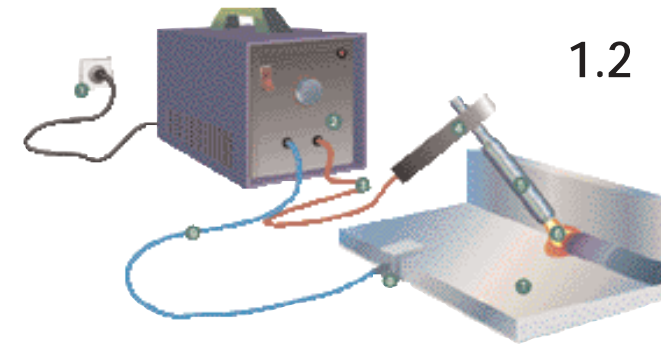
Beim Schweissen mit Elektroden entstehen hohe Temperaturen und extrem helles Licht mit hohem UV-Anteil. Deshalb ist eine feste, die Haut möglichst vollständig abdeckende Bekleidung empfehlenswert.

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 ohne Augenschutz direkt in den Lichtbogen blicken!

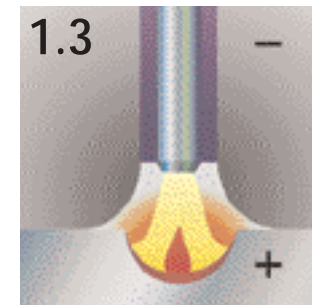
Tragen Sie Handschuhe aus Leder, damit Funkenflug und heisse Werkstücke Sie nicht verletzen können. Sinnvoll ist zusätzlich eine Lederschürze, die ein Verschmutzen der Kleidung verhindert.



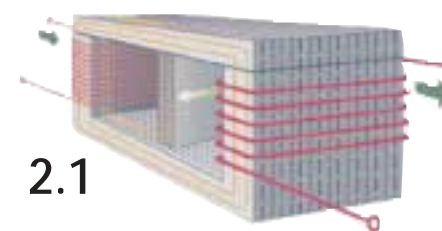
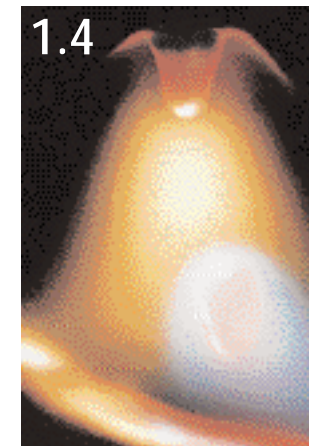
Schützen Sie sich bei Schweissarbeiten unbedingt mit einem geeigneten Augenschutz und Lederhandschuhen mit langen Stulpen. Vorteilhaft ist es, ausserdem eine Schürze zu tragen. Erforderliches Werkzeug sind Schlackehammer und Drahtbürste zum Entfernen der Schweisschlacke



So arbeitet ein Elektro-Schweissgerät: Über eine möglichst kurze Zuleitung (1) erhält der Schweissstrafo (2) Strom. Zwischen der Elektroden- (3) und Masseleitung (4) wird ein Strom mit hoher Stromstärke und kleiner Spannung aufgebaut. Der Elektrodenhalter (4) leitet einen Pol an die Elektrode (5) weiter, über den Massekontakt und das Werkstück (7) entsteht an der Schweissstelle (6) gegenüber dem anderen Pol ein Lichtbogen



Durch die hohe Wärmeenergie des Lichtbogens schmilzt das Material sowohl im Werkstück als auch an der Spitze der Elektrode



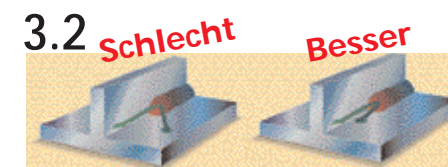
Einfache Schweissgeräte arbeiten mit einem schweren Transformator. Die Stromstärke wird durch einen Einschub im Trafo geregelt



Inverter bereiten den Schweissstrom elektronisch auf. Sie sind erheblich kleiner und leichter



Zu Beginn jedes Schweissvorgangs muss zunächst der erforderliche Lichtbogen gezündet werden. Dazu wird kurzzeitig ein Kurzschluss erzeugt



Die Zündstelle sollte immer im Bereich der späteren Schweissnaht liegen, um Risse und Bindefehler zu vermeiden

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 Werkstücks verbunden, der andere Pol mit dem Elektrodenhalter, mit dem das Elektrodenende an die Schweissstelle geführt wird.

Der schweisende Lichtbogen schmilzt das Werkstück-Material und das Ende der Elektrode an der Schweissstelle. Das Elektrodenmaterial tritt dabei tropfenweise in die Schweissnaht über und verbindet sich homogen mit dem Werkstück.

2. Gerätetypen

Sehr verbreitet sind Schweiss-Transformatoren. 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.

Klein und leicht, dafür aber ab rund CHF 1000 teuer sind sogenannte Inverter, die den Strom elektronisch aufbereiten und deshalb einen besseren Lichtbogen erzeugen. Aufgrund des anderen Arbeitsverfahrens sind Inverter weniger anspruchsvoll bei der Auswahl und Länge von Anschlussleitungen auf der Netzseite. Transformatoren benötigen grosse Leitungs-Querschnitte und möglichst kurze Verbindungen zur Steckdose.

3. Zündung des Lichtbogens

Damit sich zwischen Elektrodenende und Werkstück ein Lichtbogen bildet, wird die Elektrode zunächst senkrecht auf das Werkstück geführt – ähnlich wie beim Anreissen eines Strehchlozes. Bei diesem Kurzschluss fliesst ein starker elektrischer Strom. Unmittelbar bei Kontakt die Elektrode leicht zurückziehen und in den Arbeitswinkel neigen. Den Zündpunkt auf dem Werkstück überschweissen (3.2).

4. Schweissvorgang, Wahl der Elektroden

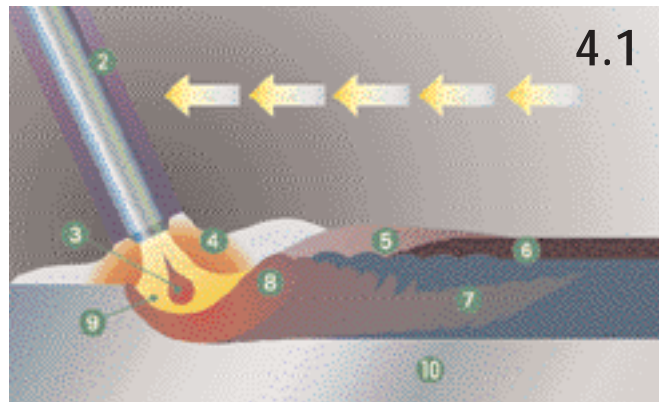
Halten Sie die Elektrode nach Zündung des Lichtbogens in Richtung der zu schweisenden Naht geneigt und arbeiten Sie mit leichtem Druck auf die Schweissstelle. Auf diese Weise brennt der Lichtbogen in der richtigen Länge, die ungefähr der Dicke des Schweisstabs entsprechen sollte. Die Elektrode dabei nicht ziehen: Das Elektrodenende schmilzt allmählich ab und verbindet sich mit der Schweissnaht; der Schmelzvorgang wird durch die verdampfende Umhüllung der Elektrode vor dem Sauerstoff der Umgebungsluft abgeschirmt (4.1). Breite Fugen und Auftragsraupen können Sie bei Bedarf mit kleinen Pendelbewegungen breiter schweissen.

Wählen Sie die Elektrode nach der Dicke des Werkstücks und den Anforderungen an die Schweissnaht aus. Die Dicke des Elektrodenkerns sollte kleiner als die Werkstoffdicke sein: Bis etwa vier Millimeter Blechstärke genügen Elektroden mit zwei Millimeter Kerndicke, bis 6 mm rechnet man rund 2,5 mm und bis 8 mm rund 3 mm Elektrodenkerndicke.

Schweisselektroden werden mit verschiedenen Materialien als Umhüllung angeboten. 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. Andere Materialien als Umhüllung ermöglichen Verschweissungen für extreme mechanische Belastungen (Brücken, Fahrzeuge) oder unter schwierigen Umgebungsbedingungen – diese Arbeiten erfordern jedoch hohes Fachwissen und sollten dem Spezialisten überlassen werden.

5. Stromstärke

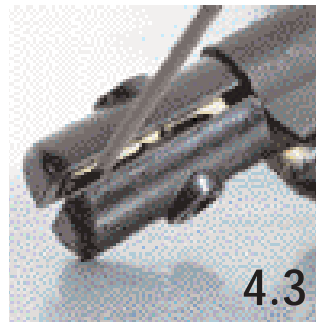
Die Stromstärke für umhüllte Elektroden bestimmen Sie nach folgender Faustformel: $\text{Elektrodenkerndicke} \times 40 = \text{Stromstärke in Ampere (A)}$. Bevor Sie am Werkstück arbeiten, sollten Sie die Einstellung jedoch an einem Probestück



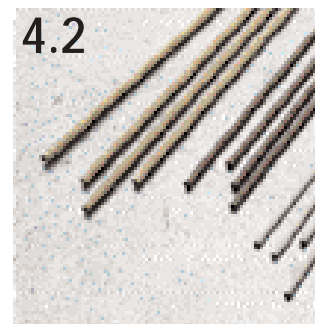
4.1

Das passiert beim Schweißen: 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)

Das hintere Elektroden-Ende ist nicht umhüllt, damit der Strom aus der Haltezange ungehindert weitergeleitet werden kann



4.3



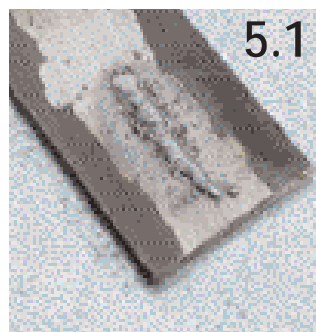
4.2

Je nach Material und Beanspruchung der Verbindung gibt es unterschiedlich dicke Elektroden mit verschiedenen Umhüllungen



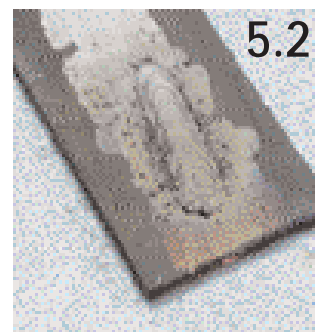
4.4

Sinnvolle Hilfsmittel bei der Arbeit mit Metall: Anreisser, Winkel, Zirkel und Gripzange (von unten nach oben)



5.1

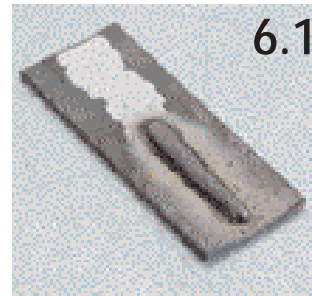
Schweisstrom zu schwach: Die Schweißnaht liegt weitgehend auf der Oberfläche des Werkstücks



5.2

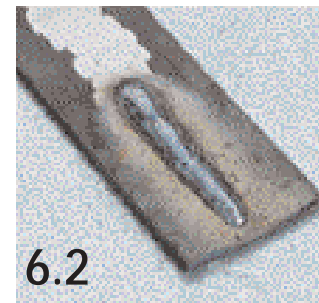
Schweisstrom zu stark: Es wird zu viel Material aus dem Werkstück aufgeschmolzen, Durchbrennengefahr

Probestücke schweissen



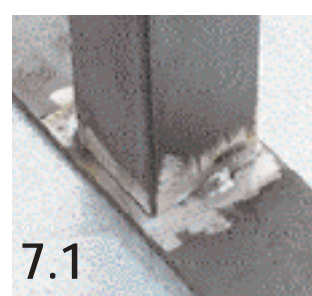
6.1

Schweisstelle vor Beginn der Arbeit blank schleifen oder schrumpfen. Die Schweißnaht wird von Schlacke überzogen

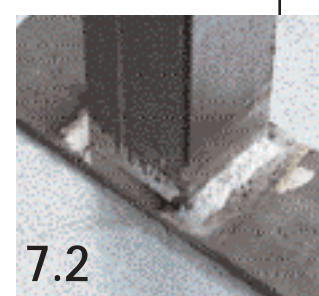


6.2

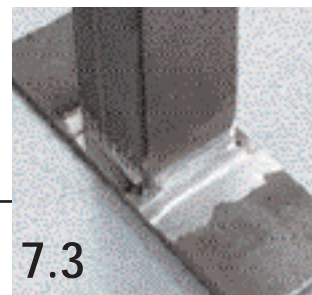
Mit dem Schlackehammer wird die Schlacke abgeschlagen. Darunter sichtbar: Die glatte, gering erhabene Schweißraupe



7.1

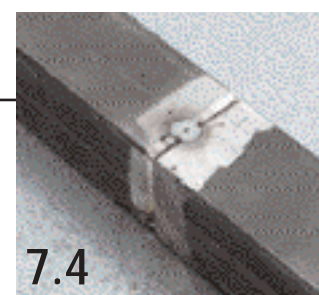


7.2

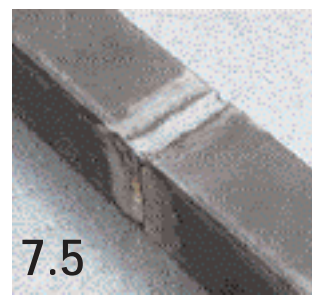


7.3

Eckverbindung: Nach dem Blankschleifen werden die Werkstücke erst gepunktet und noch einmal gerichtet. Dann Nähte durchschweissen und polieren

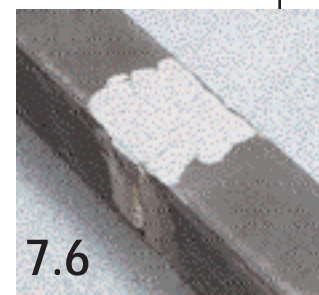


7.4



7.5

Flachverbindung: Auch hier die blanken Verbindungsstellen zunächst anpunkten und danach durchschweissen. Zuletzt verschlichten



7.6



7.7

Durch die Hitze des Lichtbogens entsteht Verzug in Richtung der Schweißnaht

überprüfen. Den richtigen Schweisstrom haben Sie gewählt, wenn die Naht nach Entfernen der Schlacke nur leicht erhaben ist und wenig Spritzer zu sehen sind. Bei zu schwachem Schweisstrom liegt die Naht mit schlechter Haftung auf der Werkstück-Oberfläche, ein zu hoher Schweisstrom führt zu einer breiten, tiefen Naht – bei dünnem Material kann es sogar zum Durchbrennen kommen.

6. Praktische Übungen

Sammeln Sie zunächst Erfahrungen an Restmaterialien, die Sie für ein paar Franken bei einem Schlosser oder Metallmarkt bekommen können. Als erstes sollten Sie gerade, kurze Nähte auf einem geraden Blech schweissen, um ein Gefühl für die Zündung des Lichtbogens und die beste Arbeitshaltung zu bekommen. Schleifen Sie den Nahtbereich vorher blank und kontrollieren Sie das Aussehen der Naht (6.1, 6.2).

7. Typische Verbindungsarten

Bevor Sie die Elektrode ansetzen, sollten Sie Ihr Werkstück gut vorbereiten: Rost und Farbe müssen im Bereich der geplanten Nahtstellen gründlich entfernt werden, damit sich das Material störungsfrei verbinden kann. Am besten geeignet ist für diese Arbeit eine am Winkelschleifer betriebene Schrumpfscheibe. Bereiten Sie möglichst alle geplanten Nahtstellen vor, ehe Sie mit den Schweißarbeiten beginnen. Danach die zu verschweisenden Teile zusammenlegen und falls nötig mit einer Gripzange oder mit Schraubzwingen fixieren. Das Massekabel des Schweißgeräts an einer blanken Stelle des Werkstücks befestigen. 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 (7.7). Danach die Punkte mit Hammer und Bürste von Schlacke befreien und alle Nähte durchschweissen.

8. Materialeinkauf

Nach Vorübungen an einigen Probestücken können Sie nun erste einfache Werkstücke zusammenschweissen. Wir haben aus Flachmaterial der Dimension 12 x 3 mm ein etwa ein Meter hohes Rankgitter gebaut. Den Rohstoff Stahl für solche Arbeiten beziehen Sie am besten in einem Metallmarkt (zu finden in den Gelben Seiten unter der Rubrik Metallwaren). Oft wird man aber auch bei Schlossereien oder in Metallbaubetrieben fündig. Flach- und Rohmaterial wird meist nach Gewicht verkauft, allerdings wird der Zuschnitt oft gesondert berechnet. Die Flachstäbe für unser Rankgitter kosteten zum Beispiel mit grobem Zuschnitt rund CHF 15. Kaufen Sie am besten blankgezogenes oder warmgeformtes Material, das sich gut schweissen lässt.

9. Das „Gesellenstück“

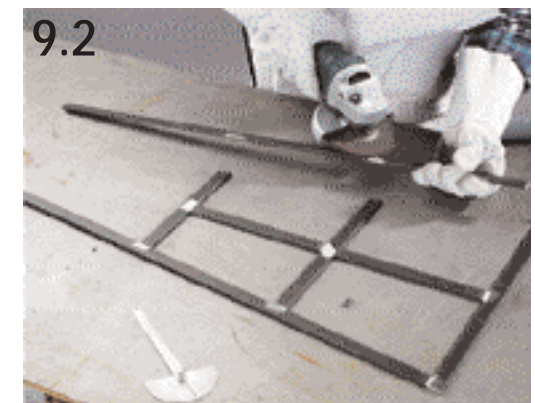
Schneiden Sie alle Teile des geplanten Rankgitters im richtigen Winkel zu. Gut geeignet für diese Arbeit ist eine Trennscheibe im Winkelschleifer, der in einer stationären Trenneinrichtung betrieben wird (9.1). Sie können aber auch mit einer handbetriebenen Gehrungssäge und Metallsägeblatt arbeiten. Legen Sie das Rankgitter zunächst probenhalber zusammen, um die Lage aller Teile und die Winkel zu kontrollieren. Markieren Sie dabei die Position der Schweißstellen. Alle Schweißstellen danach grossflächig anschleifen und leicht anschrägen, um grössere Kontaktflächen für die Schweißnähte zu schaffen. Nun das Rankgitter wieder zusammenlegen und die Schweißstellen zunächst punkten. Punktstellen mit Pickhammer und Drahtbürste von der Schlacke befreien, danach alle Nähte durchschweissen. Es genügt die Verschweissung auf einer Seite des Rankgitters. Sie können das Gitter danach blankschleifen und mit Klarlack oder Metallfarbe behandeln – oder den allmählich beginnenden Rost als natürliche Patina betrachten.

Beispiel: Rankgitter

Alle benötigten Teile aus Stahl-Flachstangen mit einem Winkelschleifer und Trennscheibe passend ab-längen



9.1

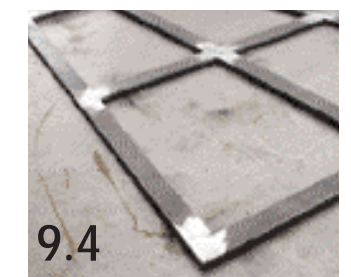


9.2

Legen Sie alle Teile probenhalber passgenau aus. Dann alle zu verschweisenden Stellen blankschleifen, am besten mit einer Schrumpfscheibe



9.3



9.4

Alle Verbindungen werden zuerst nur gepunktet. Danach kann die Konstruktion noch gerichtet werden, falls Verzug aufgetreten ist

Schlacke gründlich entfernen und schliesslich alle Nähte durchschweissen. Danach erneut Schlacke entfernen und Nähte glätten



Wir haben das Rankgitter schliesslich mit einer Fächerscheibe blankschleifen und mit Klarlack gegen Rost behandelt