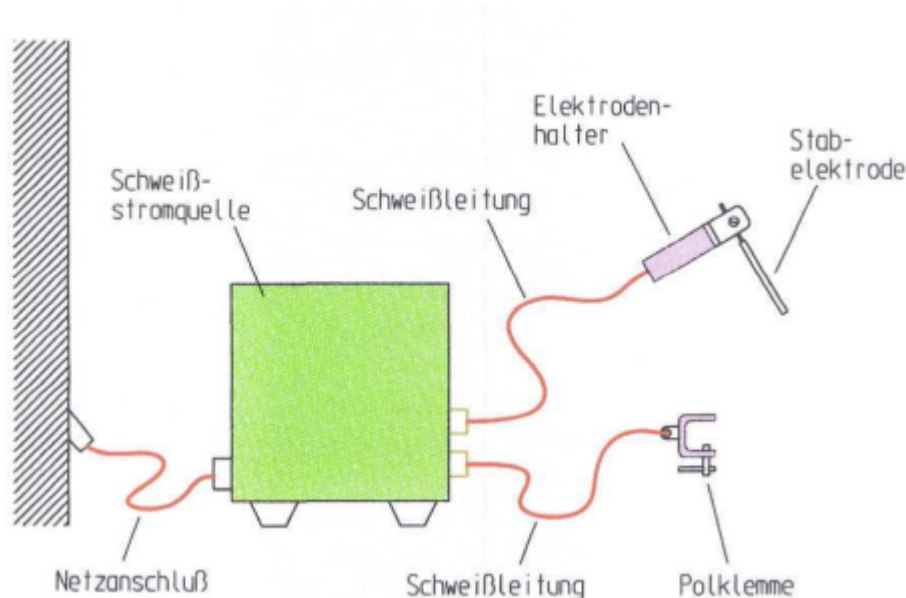


E-Hand- Schweißen

Schweißanlage für das Lichtbogenhandschweißen



Beim Lichtbogenhandschweißen wird als Wärmequelle ein elektrischer Lichtbogen, der zwischen einer Stabelektrode und dem Werkstück brennt, genutzt. Durch die hohe Lichtbogentemperatur wird der Werkstoff an der Schweißstelle aufgeschmolzen. Die Stabelektrode dient als Zusatzwerkstoff. Sie schmilzt während des Schweißvorganges ab und bildet eine Schweißraupe. Die zum Schweißen benötigte hohe Schweißstromstärke (ca. 15-500 Ampere) und die benötigte niedrige Schweißspannung (ca. 15-100 Volt) kann nicht direkt aus dem Stromnetz entnommen werden. Der aus dem Stromnetz entnommene Wechselstrom von 230 oder 400 Volt muss durch die eingesetzte Schweißstromquelle umgewandelt werden. Als Schweißstromquellen (hier grün dargestellt) kommen Schweißtransformator, Schweißumformer, Schweißinverter und Schweißgleichrichter zum Einsatz.

Schweißstromquellen

Schweißumformer

Im Schweißtransformator wird der Wechselstrom des Stromnetzes mit hoher Spannung und niedriger Stromstärke in einen Wechselstrom mit niedriger Spannung und hoher Stromstärke umgewandelt. Die Regelung des Schweißstromes erfolgt durch Anzapfungen an der Primärspule des Netztransformators. Vielfach wird ein bewegliches Joch zwischen der Sekundär- und der Primärspule montiert, wodurch sich eine stufenlose Regelung ergibt.

Schweißgleichrichter

Ein Schweißgleichrichter wandelt den Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom) in Gleichstrom zum

Schweißen um. Er besteht aus einem Netztransformator und einem nachgeschalteten Gleichrichterblock, der den Wechselstrom in Gleichstrom umwandelt. Die nachgeschaltete Glättungsdrossel dient zur Verringerung der Restwelligkeit und bestimmt entscheidend die Schweißseigenschaften, z.B. das Zünden des Lichtbogens und die Spritzerbildung.

Schweißtransformator

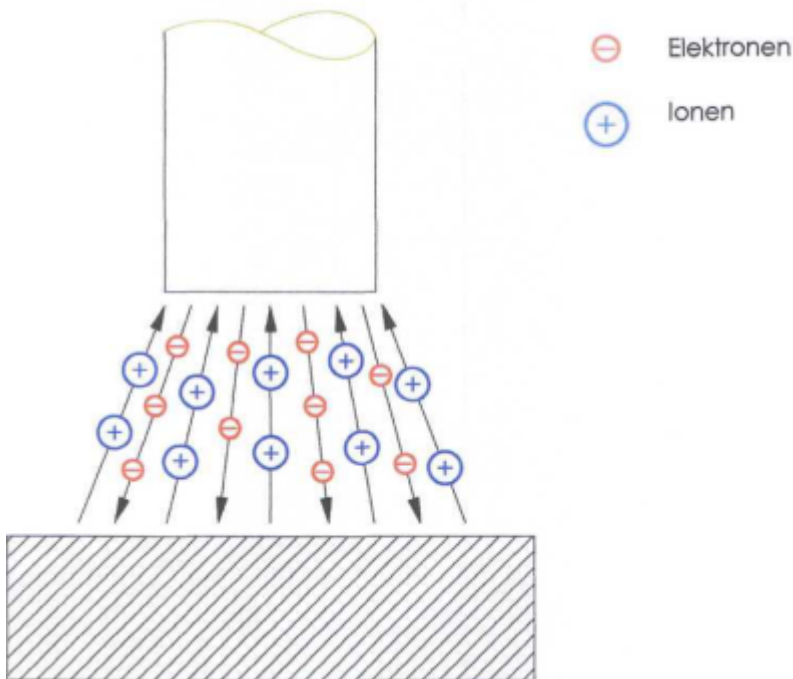
Schweißumformer bestehen aus einem Elektromotor, in der Regel mit Dreiphasenwechselstrom betrieben, der einen regelbaren Gleichstromgenerator über eine Welle antreibt. Diese Geräte wurden hauptsächlich in der Zeit gebaut, als leistungsfähige Elektronik noch nicht verfügbar war. Umformer zeichneten sich durch eine geringe Oberwelligkeit aus, aber sie sind durch die mechanischen Bauteile störanfälliger und wartungsintensiver als Schweißgleichrichter. Mit aufkommender Leistungselektronik verschwanden diese Geräte vom Markt. Sie hielten sich jedoch noch einige Zeit in der oberen Leistungs- bzw. Stromklasse. Zusätzlich ist ihr Wirkungsgrad vergleichsweise niedrig (max 60 %).

Schweißinverter

Der Schweißinverter ist eine elektronische Schweißstromquelle. Die Geräte werden je nach Leistung ein- oder dreiphasig an das Stromnetz angeschlossen. Die Netzspannung wird zuerst gleichgerichtet, mit Hilfe von Leistungshalbleitern mit einer Frequenz zwischen 20 kHz und 150 kHz zerhackt und über einen relativ kleinen Transformator auf eine geringere Spannung transformiert. Anschließend muss der Schweißstrom mit Hilfe geeigneter Dioden gleichgerichtet werden. Die Baugröße von Transformatoren gleicher Leistung ist ca. umgekehrt proportional zu ihrer Arbeitsfrequenz, d. h. je höher die Frequenz, desto kleiner und leichter kann der Transformator und das gesamte Schweißgerät gebaut werden. Der Wirkungsgrad von Inverter-Schweißgeräten ist besser als der anderer Schweißstromquellen. Durch die höhere Arbeitsfrequenz können stark dynamische Schweißprozesse deutlich besser geregelt werden.

Der elektrische Lichtbogen

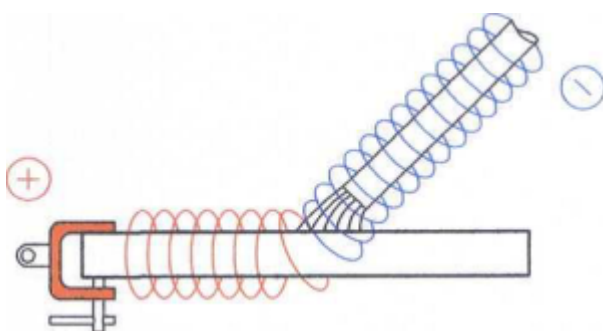
Der zwischen Stabelektrode und Werkstück brennende Lichtbogen kann nur entstehen, wenn die dazwischen liegende Luftstrecke elektrisch leitend ist. Durch die Berührung von Stabelektrode und Werkstück entsteht ein Kurzschluss, der die Spitze der Stabelektrode so stark erwärmt, dass ein Austreten von Elektronen möglich wird. Nach dem Anheben der negativ gepolten Stabelektrode vom positiv gepolten Werkstück werden die Elektronen (hier rot dargestellt) stark beschleunigt und treffen auf dem Weg zum Werkstück auf neutrale Gas- und Luftatome, aus denen ebenfalls Elektronen gelöst werden. Die nun positiv geladenen Gas- und Luftatome (Ionen) bewegen sich in Richtung Stabelektrode. Es entsteht eine hochoberflächige Gassäule (ein Lichtbogenplasma), in der die Lichtbogenstrecke elektrisch leitend gemacht wird. Beim Aufprall der Gasatome und Elektronen wird deren Bewegungsenergie in Wärme umgewandelt. Am Minuspol (Stabelektrode) entsteht eine Temperatur von 3600° C. Der Pluspol (Werkstück) erreicht eine Temperatur von 4200° C.



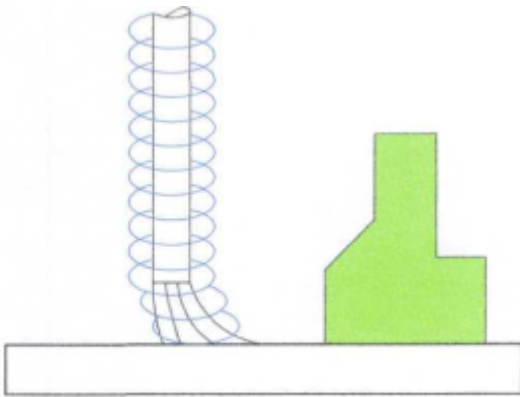
Blaswirkung

Beim Lichtbogenhandschweißen bilden sich um die Stabelektrode, um den Lichtbogen und im Werkstück magnetische Felder aus. Steht die Elektrode senkrecht auf dem Werkstück, treffen die Magnetfelder der Stabelektrode und des Werkstücks aufeinander und werden abgelenkt. Diese Ablenkung wird als Blaswirkung bezeichnet. Die Blaswirkung ist unerwünscht, da ein gleichmäßiges Schweißen gestört wird. Das tritt besonders beim Schweißen mit Gleichstrom auf. Beim Schweißen mit Wechselstrom macht sich die Blaswirkung nur sehr gering bemerkbar, da ein ständiger Auf- und Abbau der Magnetfelder erfolgt. Die Ablenkung des Lichtbogens beim Schweißen erfolgt:

- vom Anschluss der Werkstückklemme weg,



- in Richtung der größeren Masse und (hier grün dargestellt)

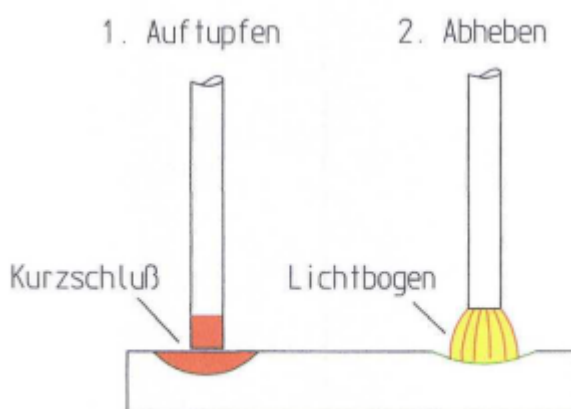


- von der Werkstückkante weg nach innen.

Die Blaswirkung lässt sich durch Ändern des Anstellwinkels der Stabelektrode verringern. Ebenso kann das Verlegen der Polklemme oder das Anbringen mehrerer Polklemmen die Blaswirkung bereits erheblich beeinflussen.

Zünden des Lichtbogens

Die Stabelektrode wird mit dem nicht umhüllten Einspannende im Elektrodenhalter eingespannt. Zum Zünden des Lichtbogens wird die Stabelektrode an das Werkstück herangeführt. Durch kurzes Tupfen oder Streichen der Stabelektrode (vergleichbar mit dem Anzünden eines Streichholzes) auf dem Werkstück wird der Lichtbogen gezündet. Dabei wird der Schweißstromkreis beabsichtigt kurzgeschlossen. Elektrodenspitze, Berührungsstelle und die umgebende Luft werden erwärmt. Die Stabelektrode muss abgehoben werden, bevor sie am festhaftet. Der Strom fließt nun durch die elektrisch leitende Luft und der Lichtbogen entsteht. Der Abstand zwischen Stabelektrode und Werkstück soll etwa dem Kerndrahtdurchmesser der Elektrode entsprechen.



Aufrechterhalten des Lichtbogens

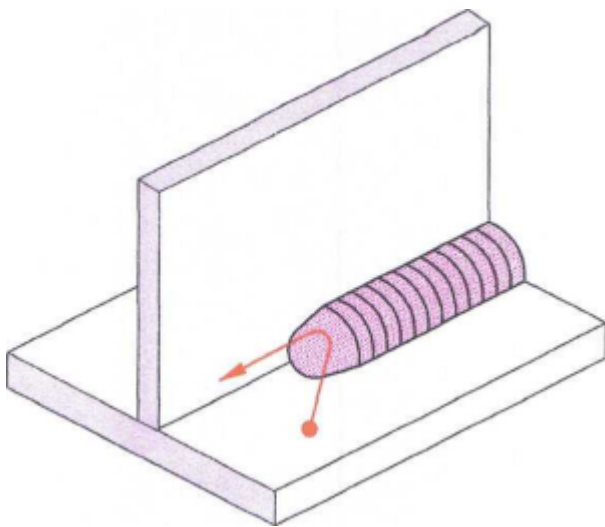
Das Aufrechterhalten des Lichtbogens verlangt vom Anfänger etwas Übung. Ein gleichmäßiger Lichtbogen entsteht, wenn der Abstand zwischen der abschmelzenden Stabelektrode und dem Werkstück kurz und durch entsprechendes Führen gleichmäßig gehalten wird.

Lichtbogenlänge

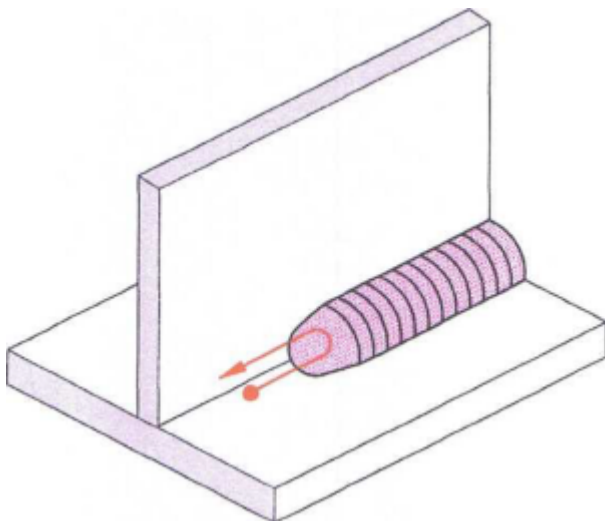
Die Länge des Lichtbogens soll in etwa dem Kerndrahtdurchmesser der Stabelektrode entsprechen. Bei zu geringer Lichtbogenlänge kann die Stabelektrode am Werkstück ankleben und der Lichtbogen erlischt. Ist der Abstand von der Stabelektrode zu groß brennt der Lichtbogen ungleichmäßig, er flackert und reißt ab. Durch Wegziehen der Stabelektrode vom Werkstück erlischt der Lichtbogen und der Schweißvorgang ist beendet.

Zündstelle

Die Wärmeableitung erfolgt in einer Zündstelle sehr schnell. Hier kann es zur Aufhärtung und Rissbildung kommen. Das Zünden des Lichtbogens muss immer in der Schweißfuge erfolgen. So kann die Zündstelle überschweißt werden. Der Werkstoff außerhalb der Schweißnaht wird nicht beeinflusst.



falsche Zündstelle



richtige Zündstelle

Umhüllungen und Eigenschaften

	Typ A sauerumhüllt	Typ B basischumhüllt	Typ C zelluloseumhüllt	Typ R rutilumhüllt
--	------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	------------------------------

	Typ A sauerumhüllt	Typ B basischumhüllt	Typ C zelluloseumhüllt	Typ R rutilumhüllt
Unhüllung besteht aus	Eisenoxid Manganoxid	Kalkspat Flußspat	brennbare organische Stoffe	Titanoxid (Rutil)
Werkstoffübergang	fein	grob bis mittel	grob bis mittel	mittel bis fein
Spaltüberbrückbarkeit	mäßig	gut	gut	mäßig bis gut
Nahtaussehen	glatt, feinschuppig	mittel- bis grobschuppig	schuppig	glatt
Einbrandtiefe	mittelmäßig	gut	gut	gut
Entfernbarkeit der Schlacke	sehr leicht	schwerer	leicht (geringe Schlackenbildung)	leicht
Lichtbogenlänge	Kerndurchmesser	Kerndurchmesser	Kerndurchmesser	Kerndurchmesser
Stromart	Gleichstrom -Pol Wechselstrom		Gleichstrom +(-) Pol	Gleichstrom -Pol Wechselstrom
Rauchentwicklung	mäßig	stark	sehr stark	mäßig
Mechanische Güterwerte	geringer	sehr gut, zähes Schweißgut	gut	gut
Besonderheiten		empfindlich gegen Feuchtigkeit	vorwiegen für Fallnähte	

Stabelektrodenumhüllung

Beim Lichtbogenhandschweißen stellt die Stabelektrode, bestehend aus dem Kernstab und der Umhüllung, den Zusatzwerkstoff zur Verfügung. Beim Schweißen schmelzen Kernstab und Umhüllung gleichzeitig. Die schmelzende Umhüllung bildet Schutzgase, mit denen der tropfenförmige Werkstoffübergang und das Schmelzbad vor einer unerwünschten Oxydation mit der Luft geschützt werden. Sauerstoff (O₂) und Stickstoff (N₂) werden von der Schweißstelle ferngehalten. Die heiße Gashülle sorgt für einen gleichmäßigen Lichtbogen.

Aufgaben der Stabelektrodenumhüllung

- Schmelzbad vor Umgebungsluft schützen
- Lichtbogen stabilisieren
- Schlacke bilden, um das Schweißgut abzudecken
- Abbrand der Legierungselemente ausgleichen
- Verschiedene Schweißpositionen ermöglichen
- Werkstoffübergang von der Elektrode zum Werkstück begünstigen

Aufgaben des Kernstabes

- Zusatzwerkstoff zum Auftragsschweißen oder zum Füllen von Schweißfugen liefern

From:
<https://www.test-it.gdl-solutions.de/> -

Permanent link:
<https://www.test-it.gdl-solutions.de/doku.php/infos:schulungen:schweissen:e-hand-schweissen?rev=1424713897>

Last update: **2025/08/28 12:40**

