

Ersetzt Ausgabe Dezember 2001

Inhalt:

- 1 Geltungsbereich
- 2 Prozessbeschreibung
- 3 Eignung der Stähle zum Abbrennstumpfschweißen
- 4 Werkstückvorbereitung
- 5 Längenzugabe und Einspannlänge
- 6 Spannbacken
- 7 Spannkraft
- 8 Stauchkraft und Stauchdruck
- 9 Schweißstrom und Schlittengeschwindigkeit
- 10 Anforderungen an die Schweißsteuerung
- 11 Werkstücke mit zweifachem Zusammenhang
- 12 Schweißzeit
- 13 Nachwärmen
- 14 Schweißgratentfernung
- 15 Überwachung
- 16 Prüfung der Schweißnähte
- 17 Elektrische Einspeisung und Netzanschluss
- 18 Schrifttum

1 Geltungsbereich

Der Begriff „Abbrennstumpfschweißen“ und der grundsätzliche Aufbau einer Abbrennstumpfschweißmaschine sind in DIN ISO 669 beschrieben. Ferner gelten die Bestimmungen für Widerstandsschweißeinrichtungen gemäß DIN EN ISO 5826. Diese beiden Unterlagen werden für das Folgende als bekannt vorausgesetzt. Entsprechend der DIN EN ISO 4063 hat das Verfahren die Ordnungsnummern 24 beziehungsweise 241 für das Schweißen mit Vorwärmung und 242 für das Schweißen ohne Vorwärmung. In dem vorliegenden Merkblatt sind Bedingungen für einwandrige Abbrennstumpfschweißverbindungen von Stahl zusammengestellt.

Das Abbrennstumpfschweißen zählt zu den Widerstandsschweißverfahren. Die zu fügenden Werkstückteile werden durch Spannvorrichtungen fest gespannt und an ihren Stirnflächen durch Einwirkung des elektrischen Stromes erwärmt und durch anschließendes Stauchen verschweißt.

Es ist das produktivste Verfahren hinsichtlich des Schweißquerschnittes, der je Zeiteinheit verbunden werden kann. Die möglichen Fügequerschnitte können bis zu 60.000 mm² betragen.

Die Schweißverbindung ist einwandfrei, wenn sie frei von erkennbaren Fehlern ist und die vereinbarten Güteerwerte erreicht.

2 Prozessbeschreibung

Der Schweißprozess wird im Allgemeinen mit Planbrennen, Vorwärmen über geheizte Reversierspiele, Abbrennen, beschleunigtem Abbrennen und Stauchen realisiert (Bild 1). Nach dem Start des Prozesses beginnt die erste Abbrennphase. Diese wird als Planbrennen bezeichnet und soll die Fügekanten bis zur Vollkontaktierung werden Hauptprozess vorbereiten.

Beim anschließenden Vorwärmen werden die zu verschweißenden Teile in periodischer Folge in Berührung gebracht und nach einer Kontaktzeit wieder getrennt (Reversieren). Dann setzt der Abbrennprozess ein, mit einer gewählten Abbrenngeschwindigkeit, die einen gleichmäßigen Abbrand hervorruft und in der Schweißstelle Temperaturgleichgewicht bildet. Beim Abbrennen schmilzt und verdampft das Material in den Kontaktpunkten explosionsartig unter Bildung eines lebhaften Funkenregens, der gleichzeitig das Eindringen von Sauerstoff in die Abbrennzone verhindert. Die Stoßflächen werden dabei eben und sauber gebrannt. Je kleiner die Spannung während des Abbrennens gewählt wird, desto feiner wird der Funkenregen, was der Qualität der Schweißnaht zugute kommt.

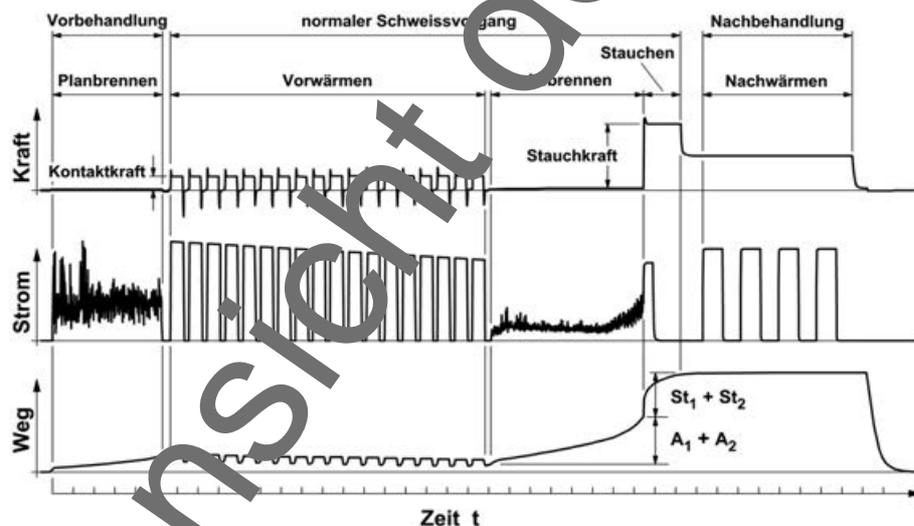


Bild 1. Zeitlicher Verlauf von Kraft, Strom und Weg beim Abbrennstumpfschweißen.

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beachtung empfohlen. Der Anwender muss jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung des DVS und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

Mit dem Stauchvorgang werden die durch das Abbrennen vorbereiteten Stoßflächen mit hoher Geschwindigkeit zusammengefügt. Wichtig ist, dass der Schweißstrom in der ersten Phase des Stauchens eingeschaltet bleibt, damit die Stoßflächen bis zum letzten Augenblick vor Oxidation geschützt bleiben. Während des Stauchens fließt kurzzeitig ein hoher Kurzschlussstrom.

Nach dem Stauchen folgt eine Haltezeit zum Abkühlen der Schweißnaht. Zur Nachbehandlung kann ein Nachwärmen und/oder Nachstauchen erfolgen.

Zur Lösung von ausgewählten Schweißaufgaben ist es auch möglich, auf das Vorwärmen durch Reversieren zu verzichten und den Schweißprozess gleich mit dem Abbrennen zu beginnen (z. B. beim Bandschweißen).

3 Eignung der Stähle zum Abbrennstumpfschweißen

Es lassen sich alle unlegierten Stähle mit diesem Verfahren verschweißen. Stähle mit 0,4% Kohlenstoff und mehr erfordern – je nach Verwendungszweck – entsprechende Wärmebehandlung.

An niedrig und hoch legierten Stählen können bei Beachtung gewisser Schweißbedingungen und richtiger Wärmebehandlung nach dem Schweißen vollwertige Schweißnähte erzielt werden. Eine Ausnahme bilden die hoch legierten Silizium-Aluminium-Stähle, die für das Abbrennstumpfschweißen schlecht geeignet sind.

Außerdem ist es möglich, unlegierte und legierte Stähle zu fügen. Hierbei muss man jedoch den verschiedenen Werkstoffeigenschaften Rechnung tragen.

Schlackeneinschlüsse, Doppelungen, Seigerungen sowie sonstige nichtmetallische Einschlüsse können beim Abbrennstumpfschweißen Schwierigkeiten bereiten.

4 Werkstückvorbereitung

Die Stoßflächen sollen möglichst planparallel ohne Versetzung senkrecht zur Stauchrichtung stehen. Beim Abbrennstumpfschweißen ist eine glatte Stoßfläche nicht erforderlich. Weichen die Stoßflächen der eingespannten Werkstücke stark von der gewünschten Planparallelität ab, so kann vor dem Vorwärmen ein Planbrennvorgang mit niedriger Geschwindigkeit und hoher Energie durchgeführt werden.

Von der Forderung auf Planparallelität der Stoßflächen kann abgewichen werden, wenn aus dem Kalten abgebrannt wird. Durch gleichmäßiges Ansträgen beider Stoßflächen lässt sich der Abbrennvorgang ohne vorheriges Vorwärmen leichter einleiten, Bild 2.

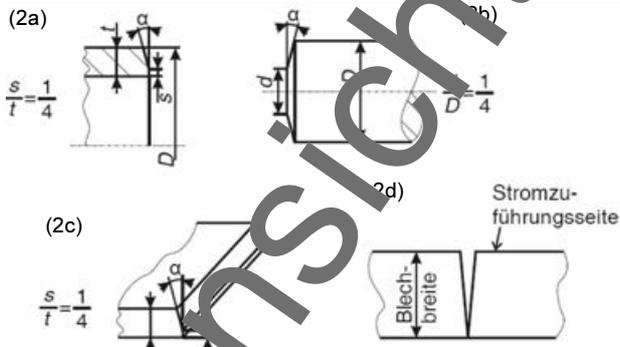


Bild 2. Beispiele zur Stoßflächenvorbereitung.

In Sonderfällen, zum Beispiel bei flachen und breiten Werkstücken, orientiert man die Stoßflächen nicht planparallel, sondern keilförmig an, sodass dadurch die Keilspitze an der Stelle der kleinsten Stromdichte liegt. Das ist an der Seite, die vom Transformator am weitesten entfernt ist, Bild 2d. Zum Erleichtern des

Abbrennvorgangs darf der Spalt nicht zu groß gewählt werden, da sonst eine ungleichmäßige Erwärmung entsteht.

Die Schweißquerschnitte sollen grundsätzlich beiderseits der Naht in Form und Größe übereinstimmen. Die Größe des Querschnitts soll sich dabei in Stauchrichtung über eine ausreichende Länge, die mindestens dem Längenverlust entspricht, nicht nennenswert ändern. Schmiedekonen sind klein zu halten. Bei unterschiedlichen Werkstückabmessungen ist daher eine Angleichung erforderlich, Bild 3.

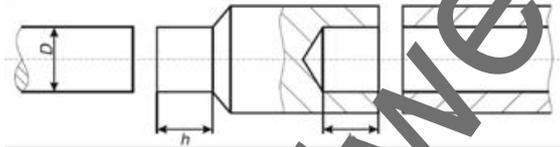


Bild 3. Angleichung der Schweißquerschnitte; h: Halslänge.

Zum Erzielen eines gleichen Wärmeverlaufes beiderseits der Naht darf die Halslänge h nicht zu kurz gewählt werden. Diese Seite würde dadurch kälter bleiben, da von dickeren Werkstückteil zu viel Wärme abgeführt würde.

Lässt sich aus fertigungstechnischen Gründen eine zu kurze Halslänge h nicht vermeiden, so kann man versuchen, durch Sondermaßnahmen, zum Beispiel Vorwärmen des dickeren Werkstückteiles, gleiche Wärmezonen und damit eine fehlerfreie Schweißung zu erreichen. Es gibt auch Fälle, in denen man von der Forderung der unbedingten Querschnittsgleichheit abweichen kann.

Die Einspann- und Stoßstellen müssen frei von Farbe, Schmutz, Öl, Fett, Rost und Zunder sein, damit ein einwandfreier Stromübergang gewährleistet ist. In der Regel werden die Einspannstellen leicht überschliffen. Hierbei ist es zweckmäßig, quer zur Stauchrichtung zu schleifen, um die Rutschgefahr zu vermindern.

5 Längenzugabe und Einspannlänge

Der beim Abbrennstumpfschweißen eintretende Längenverlust setzt sich aus der Verkürzung beim Vorwärmen (Vorwärm-Längenverlust) und Abbrennen (Abbrenn-Längenverlust) sowie der Stauchverkürzung (Stauch-Längenverlust) zusammen und muss durch die Längenzugabe ausgeglichen werden, Bild 4.

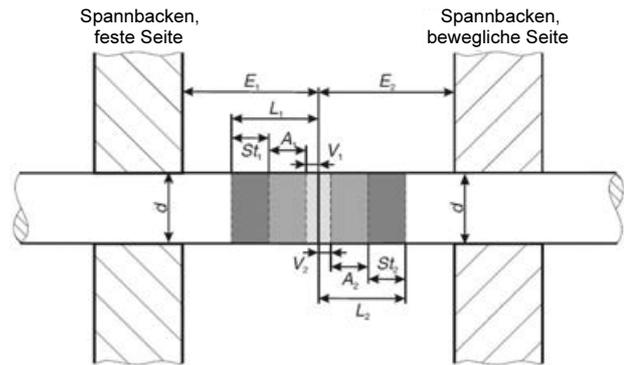


Bild 4. Einspannlänge und Längenzugabe;
 E₁, E₂: freie Einspannlänge je Werkstückende,
 E₁ + E₂: Anfangsabstand der stromführenden Spannbacken,
 V₁, V₂: Vorwärm-Längenverlust je Werkstückende (enthält gegebenenfalls den Planbrennverlust),
 A₁, A₂: Abbrenn-Längenverlust je Werkstückende,
 St₁, St₂: Stauch-Längenverlust je Werkstückende,
 L₁ = V₁ + A₁ + St₁
 L₂ = V₂ + A₂ + St₂: Längenzugabe je Werkstückende,
 L₁ + L₂: Gesamt-Längenverlust.

Richtwerte für die Längenzugabe je Werkstückende bei den üblichen Baustählen sind in Bild 5 angegeben.