

Ersetzt Ausgabe November 1989

Inhalt:

- 1 Zweck
- 2 Arbeitsweise
- 3 Anwendungsbereich
- 3.1 Bolzen- und Grundwerkstoffe
- 3.2 Geometrische Formen des Bolzens und des Werkstücks
- 3.3 Schweißpositionen
- 3.4 Schweißdaten
- 4 Geräte
- 4.1 Tragbare Handgeräte
- 4.2 Vollmechanisierte Geräte und Anlagen
- 5 Schweißdurchführung
- 5.1 Werkstückvorbereitung
- 5.2 Masseanschluß und magnetische Blaswirkung
- 5.3 Schweißkabel
- 5.4 Bolzenhalter
- 6 Festigkeit
- 7 Arbeitsschutz
- 8 Qualitätssicherung
- 9 Prüfen von Bolzenschweißverbindungen
- 10 Anwendungsbeispiele
- 11 Mitgeltende Normen und technische Regeln

Tabelle 1. Kenngrößen beim Kondensatorentladungs-Bolzenschweißen mit Spitzenzündung.

Kenngröße	Spaltschweißen	Kontaktschweißen
Ordnungs-Nr. nach ISO 4063	786	786
Bolzendurchmesser d (mm)	0,8 bis 8 (Aluminium bis 6)	0,8 bis 8
Spitzenstrom ca. (A)	10000	5000
Schweißzeit ca. (ms)	0,5 bis 2	1 bis 3
Federkraft ca. (N)	40 bis 60	60 bis 100 je Kolbenmasse
Eintauchgeschwindigkeit ca. (m/s)	0,5 bis 1, Aluminium 1 bis 1,5	0,5 bis 0,7
Zündung	meist korrekt, Frühzündung möglich	immer korrekt
Bevorzugte Anwendung	Automatikschweißen, Aluminium, Messing	Handschweißen von Stahl (unlegiert und legiert), galvanisch verzinkte oder geölte Oberflächen

1 Zweck

Das Kondensatorentladungs-Bolzenschweißen mit Spitzenzündung dient zum Aufschiessen von vorwiegend stiftförmigen, metallischen Teilen auf metallische Werkstücke. Es ist dem Lichtbogenpreßschweißen zuzuordnen. Mit dem Verfahren lassen sich viele Verbindungselemente wie Gewindebolzen, Stifte und dergleichen mit dem Werkstück verschweißen. Es kann unter Verwendung von Schweißpistolen und Schweißköpfen mechanisch oder automatisch ausgeführt werden. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Kenngrößen.

2 Arbeitsweise

Das Bolzenschweißen mit Spitzenzündung ist ein Kondensatorentladungsschweißen und kann in zwei Arbeitsweisen durchgeführt werden:

Spaltschweißen: Dabei wird der Bolzen in den Bolzenhalter der Pistole eingeschoben und die Zündspitze vor Schweißbeginn auf einen definierten, einstellbaren Abstand auf Distanz zum Werkstück gebracht (Bild 1a). Nach dem Auslösen des Bewegungsvorgangs und Zünden des Thyristors wird der Bolzen auf die

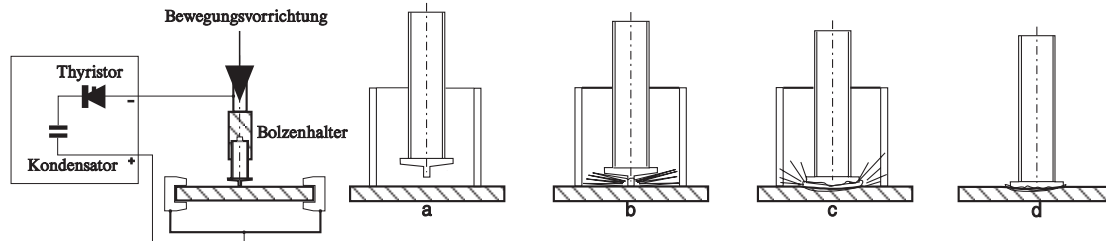


Bild 1. Schaltanordnung und Phasen des Schweißvorgangs.

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.

Werkstückoberfläche hin beschleunigt. Wenn die Zündspitze das Werkstück berührt, fließt ein rasch ansteigender Strom, der die Zündspitze so stark erhitzt, daß sie schlagartig schmilzt und teilweise verdampft, Bild 1b. Der dadurch entstehende Lichtbogen schmilzt Bolzenende und Grundwerkstoff an. Der Bolzen wird während der Lichtbogenbrennphase weiter auf das Werkstück zubewegt (Bild 1c) und bleibt schließlich in der Schmelze stehen. Der Lichtbogen erlischt mit dem Kurzschluß des Stromkreises; Bolzen und Werkstück sind verbunden. Die Schweißzeit beträgt etwa 1 ms. Dadurch wird unter anderem das Schweißen von Aluminium ohne Schutzgasatmosphäre möglich.

Kontaktschweißen: Das Kontaktschweißen unterscheidet sich vom Spaltschweißen dadurch, daß der Bolzen direkt auf die Bauteiloberfläche aufgesetzt wird. Durch eine Druckfeder, die sich in der Schweißpistole befindet, wird der Bolzen auf das Blech gedrückt. Nach dem Auslösen des Bewegungsvorgangs und Zünden des Thyristors läuft der Vorgang wie beim Spaltschweißen ab. Die Schweißzeit beträgt bis 3 ms. Durch die im Vergleich zum Spaltschweißen längere Schweißzeit ist die Reinigungswirkung bei leicht verölten oder auch verzinkten Werkstücken besser.

Im Bild 2 sind der während des Schweißvorgangs auftretende Spannungs-, Strom- und Wegverlauf dargestellt. Zum Zeitpunkt t_0 berührt die Zündspitze die Bauteiloberfläche. Der Strom steigt an, und die Spannung am Kondensator fällt ab. Vom Zeitpunkt t_0 bis zum Zeitpunkt t_1 wird die Zündspitze erhitzt, um anschließend schlagartig zu schmelzen und teilweise zu verdampfen. Durch den Spannungsanstieg wird ein Lichtbogen gezündet, der bis zum Zeitpunkt t_2 brennt und dann von der Bolzenstirnfläche ausgedrückt wird. Wird der Lichtbogen schon zum Zeitpunkt t_0 gezündet (Frühzündung), entfällt die Unstetigkeit bei t_1 , und die Lichtbogenbrennzeit verlängert sich bis zu 20 %.

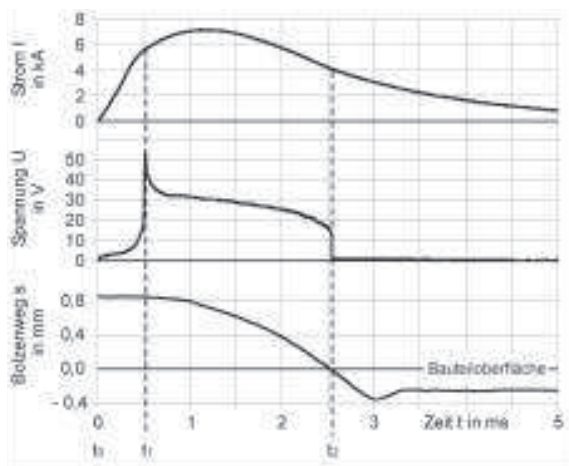


Bild 2. Verlauf von Schweißstrom, Lichtbogen­spannung und Bolzenweg beim Kontaktschweißen in Abhängigkeit von der Zeit.

Außer den elektrischen und mechanischen Einstellparametern – Ladespannung, Kapazität, Federkraft und Luftspalt – sind Durchmesser und Länge der Zündspitze sowie der Zustand der Werkstückoberfläche für den Prozeßverlauf und damit für die Fügequalität sehr wichtig.

3 Anwendungsbereich

Anwendungsgebiete findet man vorwiegend im Blechdickenbereich bis etwa 5 mm, beispielsweise im Schaltschrankbau, im Fahrzeugbau, in der Lüftungs- und Klimatechnik, im Maschinen- und Apparatebau. Durch die extrem kurze Schweißzeit entsteht ein nur geringer Einbrand, der ggf. auch Fehlstellen (Bindefehler, Poren) aufweisen kann. Die Schweißung hinterläßt bei den meisten Werkstücken keine Spuren auf der Rückseite. Selbst dünne

Bleche können meistens ohne Verfärbung oder Verformung geschweißt werden, auch wenn sie auf der Rückseite lackiert, kaschiert oder galvanisch behandelt sind (siehe Merkblatt DVS 2927 „Widerstandsbuckel- und Lichtbogenbolzenschweißen von einseitig dick kunststoffbeschichteten Stahlfeinblechen“).

3.1 Bolzen und Grundwerkstoffe

Mit dem Kondensatorentladungs-Bolzenschweißen mit Spitzenzündung lassen sich Bolzen aus unlegierten und legierten Stählen, aber auch aus Aluminium und Messing schweißen. Die Schweiß­eignung verschiedener Bolzen-Grundwerkstoff-Kombinationen ist in Tabelle 2 angegeben. Wegen der recht flach aufgeschmolzenen Zone (etwa 0,2 mm Tiefe) können auch Werkstoffe miteinander verschweißt werden, deren flüssige Phasen spröde Legierungen entstehen lassen. Die Schmelzzonen am Bolzen und am Blech haben bei der kurzen Schweißzeit keine ausreichende Gelegenheit, sich miteinander zu vermischen. In jedem Fall empfiehlt es sich, durch eine mechanisch-technologische Prüfung die Verbindung daraufhin zu untersuchen, ob die vorhandene Festigkeit für den vorgesehenen Anwendungsfall ausreicht.

3.2 Geometrische Formen des Bolzens und des Werkstücks

Das Kondensatorentladungs-Bolzenschweißen mit Spitzenzündung ist vorwiegend für runde Bolzenquerschnitte, im allgemeinen von 2 bis 8 mm, geeignet. Aluminiumbolzen sind nur bis zu einem Bolzendurchmesser von 6 mm schweißgeeignet. Je nach Anwendungsgebiet können die Bolzen als Gewindebolzen, Stifte, Isoliernägel, Buchsen mit Sackloch oder Innengewinde oder zum Beispiel als Flachstecker hergestellt werden, Bild 3. Einige gebräuchliche Bolzenformen sind in DIN EN ISO 13918 enthalten.

Für das Kondensatorentladungs-Bolzenschweißen mit Spitzenzündung sind Länge und Durchmesser der Bolzenspitze von besonderer Bedeutung. Dies ist bei der Planung von Sonderbolzenformen zu berücksichtigen. Diese Spitzen werden im allgemeinen durch Kaltstauchen hergestellt. Dabei ergibt sich gleichzeitig ein angestauchter Flansch, Bild 3. Er hat den Vorteil, daß die Schweißfläche gegenüber dem Bolzendurchmesser vergrößert wird und die Zone höchster Spannung außerhalb der Schweißstelle liegt. Es sollten nur Bolzen mit Flansch verwendet werden, damit (besonders bei Bolzen kleiner als 4 mm Durchmesser) ein Übergreifen des Lichtbogens auf den zylindrischen Schaft vermieden wird und die größere Fläche des Flansches sich positiv auf die zulässige Belastung auswirkt. In Sonderfällen wird der Flansch nachträglich entfernt. Dies wirkt sich jedoch festigkeitsmäßig nachteilig aus.

3.3 Schweißpositionen

Beim Bolzenschweißen mit Spitzenzündung sind alle Schweißpositionen unabhängig vom Bolzendurchmesser möglich. Es ist jedoch auf eine korrekte Abstimmung der mechanischen Einstellparameter zu achten, damit gleiche Eintauchgeschwindigkeiten auftreten und damit gleichbleibende Fügequalitäten erzielt werden.

3.4 Schweißdaten

Für das Schweißergebnis sind neben den elektrischen und mechanischen Einstellparametern noch weitere Einflußgrößen von Bedeutung.

Für jeden Bolzendurchmesser ist eine bestimmte Mindestladeenergie erforderlich (Bild 4). Mit dem Vorwählen der Ladespannung bei gegebener Kapazität wird die Ladeenergie für das Schweißen eines bestimmten Bolzentyps nach der Formel

$$W = \frac{1}{2} CU^2$$

bestimmt.

$$\text{Beispiel: } W = \frac{1}{2} 66 \cdot 175^2 [\text{mF V}^2] \approx 1000 [\text{Ws}]$$

für Bolzentyp M6

Der zeitliche Verlauf von Strom und Spannung wird vom ohmschen und induktiven Widerstand des Schweißkreises festgelegt. Die Schweißzeit ergibt sich aus der Eintauchgeschwindigkeit und der Zündspitzenlänge. Die Eintauchgeschwindigkeit kann über Federkraft oder andere Antriebe und Spalt beeinflußt werden.