

Ersetzt DVS 280, 1 vom April 1996

Inhalt:

- 1 Zweck und Geltungsbereich
- 2 Begriffsbestimmungen
- 3 Übliche Verfahren
 - 3.1 Punktschweißen
 - 3.2 Buckelschweißen
 - 3.3 Rollennahtschweißen
 - 3.4 Spaltschweißen
 - 3.5 Stumpfschweißen
 - 3.6 Besondere Verfahrensvarianten
- 4 Schweißeinrichtungen
 - 4.1 Elektrischer Teil der Schweißeinrichtungen
 - 4.1.1 Sinusförmiger Wechselstrom mit Phasenanschnitt 50 Hz
 - 4.1.2 Gleichstrom; Dreiphasen-Gleichstrom, Inverter-Gleichstrom, Transistorgeregelter Gleichstrom
 - 4.1.3 Impulsförmiger Gleichstrom mittels Kondensatorentladung
 - 4.2 Mechanischer Teil der Schweißeinrichtungen
- 5 Schweißelektroden
 - 5.1 Übliche Elektrodenwerkstoffe
 - 5.2 Anforderungen an Elektrodenwerkstoffe
 - 5.3 Bearbeitung der Elektrodenarbeitsflächen
 - 5.4 Standmenge
- 6 Werkstückaufnahme
- 7 Prozessüberwachung (Monitoring)
- 8 Anwendungsbeispiele
- 9 Schrifttum
 - 9.1 Normen
 - 9.2 Technische Regeln
 - 9.3 Literatur

1 Zweck und Geltungsbereich

Dieses Merkblatt gibt einen Überblick über die Widerstandsschweißverfahren in Elektronik und Feinwerktechnik. Es beschreibt in kurzer Form die wesentlichen Merkmale, Einflussgrößen und Anwendungsbereiche.

Einstellwerte zum Schweißen werden nicht angegeben. Eine ausführliche Darstellung der Verfahrensarten erfolgt in weiteren, getrennt erscheinenden Merkblättern.

2 Begriffsbestimmungen

Das Widerstandsschweißen gehört in die Gruppe der Pressschweißverfahren. Die Verbindung entsteht unter Druck und Wärme. Der Druck wird über die Schweißelektroden aufgebracht. Die Wärme wird durch die Einwirkung eines über die Elektroden zugeführten elektrischen Stromes auf eine von der Schweißstelle gebildete Reihe von Widerständen erzeugt (Stoffwiderstände der Werkstücke, Übergangswiderstand zwischen den Werkstücken, Übergangswiderstände zwischen den Werkstücken und den Elektroden, Stoffwiderstände der Elektroden). Die zugeführte Wärmemenge Q ist näherungsweise proportional der Zeit t , der

Summe R der angeführten Einzelwiderstände und dem Quadrat des Stromes I an der Schweißstelle:

$$Q \approx I^2 \cdot R \cdot t \text{ (Ws)} \tag{1}$$

Je nach Werkstoffkombination und Oberflächenbeschaffenheit können entweder die Werkstück-, der Übergangs- oder die Elektroden-Widerstände überwiegen.

Kleinteile sind solche Teile, die wegen ihrer geringen Dicke (zum Beispiel einige Zehntel mm), geometrischen Größe oder Masse (zum Beispiel von einigen Gramm bis zu einigen hundert Gramm) an kleinen Maschinen und Anlagen verarbeitet werden.

3 Übliche Verfahren

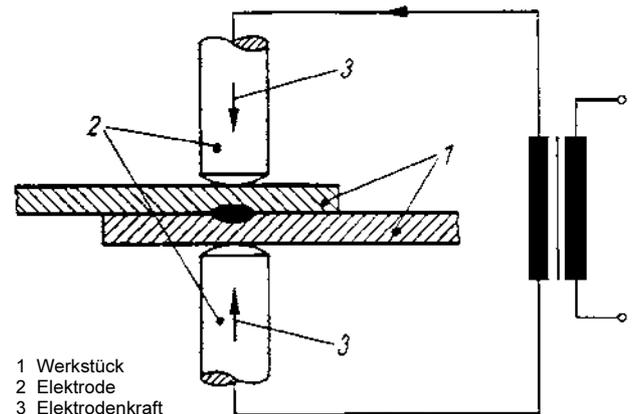
Durch Widerstandsschweißen können in der Elektronik und Feinwerktechnik Verbindungen nach folgenden Verfahren hergestellt werden:

- Punktschweißen
- Buckelschweißen,
- Rollennahtschweißen,
- Spaltschweißen,
- Stumpfschweißen,
- Warmverpressen (Hot-Staking),
- besondere Verfahrensvarianten.

3.1 Punktschweißen

Siehe auch Merkblatt DVS 2902 „Widerstandspunktschweißen von unlegiertem Stahl bis 3 mm Blechdicke“, Teil 1 „Übersicht“.

Beim Punktschweißen, Bild 1, liegen die zu verschweißenden Teile (1) aufeinander und berühren einander flächig, punkt- oder linienförmig. Der Schweißstrom wird über die Punktschweißelektroden (2) zugeführt. Beim Erreichen der Schweißtemperatur werden die Teile an ihrer Berührungsstelle zwischen den Elektroden unter der Elektrodenkraft (3) punktförmig verschweißt.



1 Werkstück
2 Elektrode
3 Elektrodenkraft

Bild 1. Punktschweißen.

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.

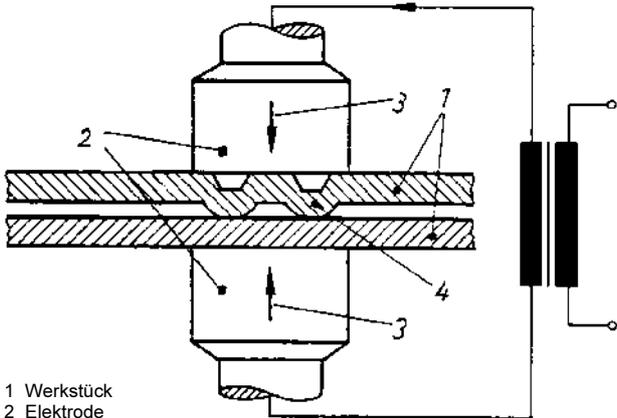
Nachdruck und Kopie, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers

Für die Erzeugung der Schweißenergie können alle in Abschnitt 4 angeführten Energieversorgungsarten und Steuerungen verwendet werden. Bei sehr geringen Abmessungen und bei Werkstoffen mit hoher thermischer und elektrischer Leitfähigkeit der zu verbindenden Teile werden wegen der Möglichkeit, die Schweißenergie zeitlich fein zu dosieren und genau zu reproduzieren, vorzugsweise Inverter-Gleichstrom-, Transistorgeregelte Gleichstrom- und Kondensatorentladungsmaschinen verwendet.

Schweißstromquellen für Wechselstrom mit Phasenanschnittsteuerung werden dagegen beim Schweißen von größeren Teilen oder bei Werkstoffen mit niedriger thermischer und elektrischer Leitfähigkeit eingesetzt.

3.2 Buckelschweißen

Siehe auch Merkblatt DVS 2905 „Buckelschweißen von unlegiertem Stahl“ und DVS 2944 „Widerstandsbuckelschweißen an NE-Metallen und Werkstoffpaarungen für Kleinteile“.



- 1 Werkstück
- 2 Elektrode
- 3 Elektrodenkraft
- 4 Buckel

Bild 2. Buckelschweißen.

Das Buckelschweißen, Bild 2, unterscheidet sich vom Punktschweißen durch die Anbringung von einem oder mehreren Buckeln (4) meist nur an einem der beiden zu verbindenden Werkstücke (1). Der Buckel bildet eine definierte Strom-, Kraft- und Wärmeübergangsfläche. Die Teile werden aufeinandergedrückt und mit großflächigen Elektroden (2) durch einen Stromimpuls unter der Einwirkung der Elektrodenkraft (3) an dieser Stelle miteinander verschweißt. Es können auch mehrere Buckel gleichzeitig verschweißt werden.

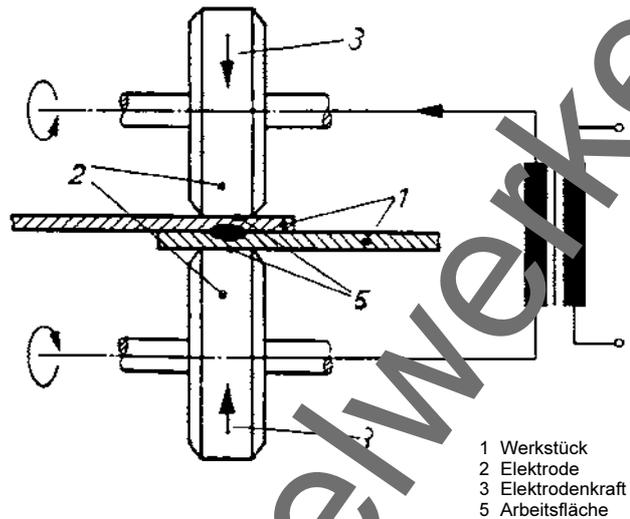
Eine besondere Verfahrensvariante ist das Ringbuckelschweißen zum Verschließen von elektronischen Gehäusen oder zum Dichtschweißen von Drucksensoren. Bei dieser Verfahrensvariante ist eine sehr kurze Stromanstiegszeit für eine gleichmäßige Verbindung notwendig.

Bei diesem Verfahren werden vorzugsweise Inverter-Gleichstrom-, Transistorgeregelte Gleichstrom- und Kondensatorentladungsmaschinen eingesetzt, um die Energie in der Zeit einzubringen, in der der Buckel noch nicht zurückdeformiert wurde. Schweißstromquellen für Wechselstrom mit Phasenanschnittsteuerung sind für das Buckelschweißen insbesondere bei Werkstoffen mit hoher thermischer und elektrischer Leitfähigkeit nicht geeignet.

3.3 Rollenahtschweißen

Siehe auch Merkblatt DVS 2906-1 „Widerstands-Rollenahtschweißen – Verfahren und Grundlagen“.

Beim Rollenahtschweißen, Bild 3, werden die zu verbindenden Teile (1), z. B. Bleche, Bänder oder Drähte, durch Rollenelektroden (2) aufeinandergedrückt. Die Arbeitsfläche (5) der Elektroden kann der Werkstückform angepasst werden. Der Vorschub der Werkstücke erfolgt durch Antrieb einer oder beider Rollenelektroden oder durch mechanischen Zug über das Werkstück.



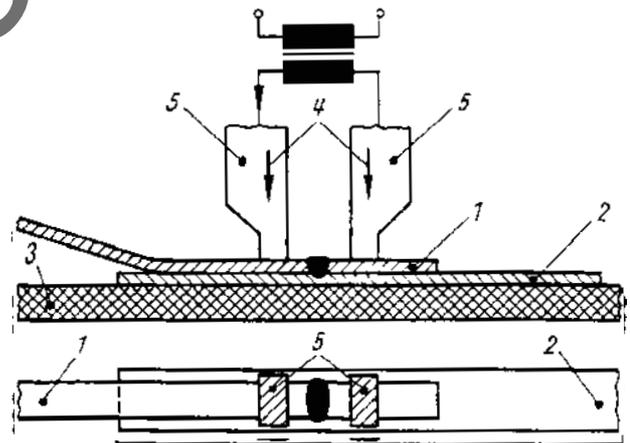
- 1 Werkstück
- 2 Elektrode
- 3 Elektrodenkraft
- 5 Arbeitsfläche

Bild 3. Rollenahtschweißen.

Für die Erzeugung der Schweißenergie wird im allgemeinen Wechselstrom mit Phasenanschnitt und auch impulsförmiger Gleichstrom verwendet. Je nach Abstand der einzelnen Schweißpunkte erhält man eine Dicht- oder eine Rollenaht. Die Größe der Punktabstände wird elektronisch über die Stromanzugszeit oder mechanisch durch die Vorschubgeschwindigkeit gesteuert.

3.4 Spaltschweißen

Beim Spaltschweißen, Bild 4, werden die zu verbindenden Teile, von denen im allgemeinen das eine (1) draht- oder bandförmig, das andere (2) als Leiterbahn auf einer isolierenden Unterlage (3) ausgebildet ist, durch die Kraft (4) der Spaltschweißelektroden (5) aufeinandergedrückt. Nach Erreichen der Schweißtemperatur verschweißen die beiden Teile in ihrer Berührungszone zwischen den beiden Elektrodenstippen.



- 1, 2 Werkstück
- 3 isolierende Unterlage
- 4 Elektrodenkraft
- 5 Elektrode

Bild 4. Spaltschweißen.

Die Spitzen der Spaltschweißelektrode können entweder über eine isolierende Zwischenlage starr miteinander verbunden sein oder getrennt durch einen Luftspalt unabhängig voneinander geführt werden. Der Spaltabstand wird durch die Dicke und die Werkstoffart des Teiles (1) bestimmt und beträgt das 1- bis 5fache der Dicke dieses Teiles.