

Ersetzt Ausgabe Februar 1980

**Inhalt:**

- 1 Zweck des Merkblattes
- 2 Geltungsbereich
- 3 Grundlagen des Buckelschweißens
  - 3.1 Merkmale des Buckelschweißens
  - 3.2 Kenngrößen der Buckelschweißung
  - 3.3 Buckelrückverformung
  - 3.4 Tragverhalten
  - 3.5 Einflußgrößen
  - 3.6 Qualität der Schweißverbindung
- 4 Begriffsbestimmungen und Hinweise zur Buckelanordnung
  - 4.1 Geprägte Buckel in Blechen bis 3,0 mm
  - 4.2 Spanlos geformte Buckel
  - 4.3 Spanend geformte Buckel
  - 4.4 Geschnittene Buckel
  - 4.5 Natürliche Buckel
- 5 Hinweise zur Bauteilkonstruktion
- 6 Schweißmaschinen
  - 6.1 Allgemeines
  - 6.2 Schweißen mit kurzen Zeiten
- 7 Elektroden und Werkzeuge
  - 7.1 Werkstoffe für Elektroden und Werkzeuge
  - 7.2 Gestaltung der Werkzeuge
- 8 Schweißseignung
- 9 Schweißparameter
- 10 Fehler an Schweißverbindungen
- 11 Messungen und Prüfungen
- 12 Betriebliche Schweißanweisungen
- 13 Schrifttum
  - 13.1 Normen
  - 13.2 Merkblätter
  - 13.3 Literatur

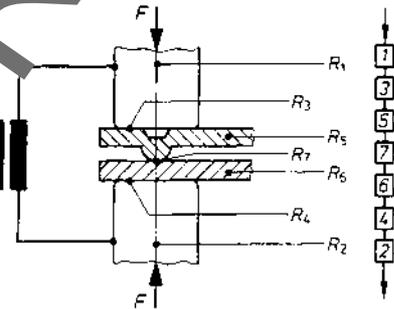
**2 Geltungsbereich**

Dieses Merkblatt gilt für unlegierte sowie niedrig legierte Stahlbleche bis 3,0 mm Dicke ohne Überzug.

**3 Grundlagen des Buckelschweißens**

Das Buckelschweißen ist ein Widerstands-Preßschweißverfahren, bei dem elektrischer Strom und Kraft den zu verbindenden Werkstücken durch meist ebenen, großflächige Elektroden zugeführt werden. Die Buckelform bewirkt die Stromkonzentration an der Fugestelle. Die Buckel werden durch die Elektrodenkraft und Erwärmung durch den Strom während des Schweißens weitgehend zurückverformt, um es entstehen an den Schweißstellen nicht lösbare Verbindungen. Die Wärmeerzeugung ist proportional der Summe der Teilwiderstände  $R_1$  bis  $R_7$  (Bild 1) und dem Quadrat des Stromes.

Zur Bildung der Schweißlinie trägt im wesentlichen die in den Widerständen  $R_5$  und  $R_6$  erzeugte Wärmemenge bei.



**Bild 1.** Teilwiderstände beim Buckelschweißen;

- $R_1$  und  $R_2$  Werkstoffwiderstand Elektroden,
- $R_3$  und  $R_4$  Kontaktwiderstand Elektrode-Stahlblech,
- $R_5$  und  $R_6$  Werkstoffwiderstand Stahlblech,
- $R_7$  Kontaktwiderstand Stahlblech-Stahlblech.

Der Kontaktwiderstand  $R_7$  zwischen den zu schweißenden Werkstücken wird durch die Buckelgeometrie, die Anpreßkraft und den Oberflächenzustand der Werkstücke beeinflusst.

Um zu verhindern, daß zu Beginn der Schweißung, wenn die temperaturabhängigen Werkstoffwiderstände  $R_5$  und  $R_6$  noch verhältnismäßig klein und das Verhältnis  $R_7/R_{ges}$  relativ groß ist, eine örtliche Überhitzung der Kontaktstelle  $R_7$  und damit Spritzerbildung auftritt, ist  $R_7$  durch saubere Blechoberflächen und entsprechend hohe Flächenpressung (Anpreßkraft) in entsprechenden Grenzen zu halten.

Die übrigen, hauptsächlich Verlustwärme und damit Verschleiß verursachenden Teilwiderstände sollen möglichst klein gehalten werden.

**1 Zweck des Merkblattes**

Das Merkblatt gibt Hinweise für die fachgemäße Ausführung des Buckelschweißens und die dabei einzuhaltenden Bedingungen. Begriffe und Bewertungsrichtlinien für die erforderlichen Einrichtungen und Geräte sind festgelegt in:

- DIN 44753 Elektrische Punkt-, Buckel- und Nahtschweißmaschinen sowie Punkt- und Nahtschweißgeräte
- DIN EN 28167 Buckel für das Buckelschweißen von Stahlblechen
- DIN 57545-1 Bestimmungen für Widerstandsschweißeinrichtungen, spannsichere Punkt-, Buckel-, Naht- und Stumpfschweißeinrichtungen (Schweißmaschinen)
- Merkblatt DVS 2904 Steuerungen für Punkt-, Buckel- und Rollennahtschweißmaschinen

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.

DVS, Ausschuß für Technik, Arbeitsgruppe „Widerstandsschweißen“

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

DVS-Merkblätter und -Richtlinien - Stand 2008-12

Die Elektroden müssen gekühlt werden. Auf saubere Oberflächen der Werkstücke und Arbeitsflächen der Elektroden ist zu achten.

Ein Teil der erzeugten Wärme geht durch Wärmeleitung verloren. Der größere Teil wird durch die gekühlten Elektroden abgeführt. Ein mit zunehmender Blechdicke und Schweißstromzeit wachsender Anteil der Wärme geht in das Werkstück. Die Verlustwärme kann bei unzureichender Stromstärke nur bedingt durch Verlängerung der Schweißstromzeit ausgeglichen werden. Die richtigen Einstellparameter (Strom, Schweißstromzeit, Elektrodenkraft) sind deshalb entscheidende Faktoren, um eine ausreichende Buckelschweißverbindung zu erhalten. Der geschweißte Buckel bildet eine Verbindung in Form einer Linse. Diese ist von einer Wärmeeinflusszone umgeben, in der das Gefüge des Werkstoffs zwar durch die Wärme verändert, jedoch nicht geschweißt wurde.

### 3.1 Merkmale des Buckelschweißens

Das Buckelschweißen ist ein typisches Verfahren für die Massenfertigung. Je nach Ausführung und Leistung der Schweißeinrichtung können in einem Arbeitsgang ein oder mehrere Buckel gleichzeitig verschweißt werden. Die Stromzuführung beim Buckelschweißen kann zwei- oder einseitig erfolgen.

Nach der Anzahl der bei einem Arbeitsspiel der Elektroden erzeugten Schweißverbindungen wird unterschieden:

- Einzelbuckelschweißen.  
Es wird nur eine Schweißverbindung erzeugt.
- Vielbuckelschweißen.  
Entsprechend der von den Elektroden erfaßten Anzahl Buckel werden gleichzeitig mehrere Schweißverbindungen erzeugt.

Nach dem zeitlichen Ablauf von Strom- und Elektrodenkraft wird unterschieden:

- Einimpulsschweißen.
- Mehrimpulsschweißen.
- Schweißen mit Stromanstieg.
- Schweißen mit Stromprogramm, bei dem der Strom in verschiedenen Stärken als Vorwärm-, Schweiß- oder Nachwärmstrom wirkt.
- Schweißen mit Kraftprogramm, bei dem die Elektrodenkraft in verschiedener Größe, z. B. als Vorpreß-, Schweißpreß- und Nachpreßkraft, wirkt.
- Schweißen mit Strom- und Kraftprogramm, bei dem der Strom und die Elektrodenkraft nach den beiden letztgenannten Punkten wirken.

### 3.2 Kenngrößen der Buckelschweißung (DVS 2905, DIN EN ISO 14329)

Punktdurchmesser (Rundbuckel) „ $d_p$ “ ist der mittlere Punktdurchmesser, ermittelt an zerstörten Proben.

Die folgenden Größen werden üblicherweise im senkrecht zur Fügeebene angefertigten Schliff ermittelt:

Linsendurchmesser (Rundbuckel) „ $d_L$ “ ist der Durchmesser der aufgeschmolzenen Zone, gemessen in der jeweiligen Fügeebene.

Linsendicke „ $h_L$ “ ist die größte Dicke der Schweißlinse, gemessen senkrecht zur Fügeebene.

### 3.3 Buckelrückverformung

Die in ein Werkstück eingepreßten Buckel werden im Verlaufe des Schweißprozesses (Druck, Wärme) zurückverformt. Im allgemeinen ist diese Rückverformung nicht vollständig. Die Oberflächendehnung ist überwiegend an dem Werkstückteil vorhanden, an dem zuvor die Buckel eingepreßt wurden.

Die Oberfläche des ungebuckelten Werkstückteiles ist nur wenig verändert. Die Veränderung der Oberfläche des Bleches an diesen Stellen kann aufgrund des Wärmeverzuges und der mechanischen Deformation störend wirken, z. B. nach dem Lackieren.

### 3.4 Tragverhalten

Das Tragverhalten einer Schweißverbindung kann mittels unterschiedlicher Prüfungen ermittelt werden. Dabei wird die Verbindung quasistatisch, schwingend oder schlagartig belastet. Das Prüfverfahren ist entsprechend der Beanspruchung der Verbindung im Bauteil auszuwählen. Vergleichswerte können mit den folgenden Prüfverfahren ermittelt werden:

DIN 50124	Prüfung metallischer Werkstoffe; Scherzugversuch an Widerstandspunkt-, Widerstandsbuckel- und Schmelzpunktschweißverbindungen
DIN ISO 10447	Schweißen – Abroll- und Weißprüfung von Widerstandspunkt-, -buckel- und -rollennahtschweißungen
DIN 50164	Prüfung metallischer Werkstoffe; Kopfzugversuch an Widerstandspunkt-, Widerstandsbuckel- und Schmelzpunktschweißverbindungen
DIN 32518-1	Prüfung an Widerstandsschweißverbindungen; Proben und Durchleitung für den mechanisierten Schälversuch an Punkt-, Rollennaht- und Buckelschweißungen mit geprägten Buckeln
DIN 32518-2	Prüfung an Widerstandsschweißverbindungen; Torsionsversuch an Widerstandspunktschweißverbindungen
DIN EN 1321	Zerstörende Untersuchungen von Schweißnähten: Mikroskopische und Makroskopische Untersuchungen von Schweißnähten

Eine genaue Dimensionierung der Verbindung ist, u. a. aufgrund der fehlenden Kenntnisse über die Auswirkungen der metallurgischen/geometrischen Kerben, derzeit nur anhand von Versuchen an Bauteilproben oder an spezifischen Bauteilen möglich. Die Schälfestigkeit beträgt lediglich 20% bis 40% der Scherzugfestigkeit. Die Lebensdauer bei einer Scherzugbelastung in Bauteilen ist etwa 10 000 mal größer als bei einer Schälbelastung gleicher Amplitude. Die Torsionsbeanspruchung tritt sehr selten auf und auch dann mit kleiner Lastamplitude.

Es ist allgemein zu beachten, daß in Bauteilen die Beanspruchung nie in reiner Form, sondern nur in Verbindung mit anderen auftreten.

### 3.5 Einstellparameter

An der Schweißmaschine sind mindestens drei Einstellparameter zu beachten bzw. einzustellen:

Elektrodenkraft, Schweißstrom, Schweißstromzeit.

Bestimmte Werkstoffe, Werkstückdicken und Oberflächen erfordern zusätzlich das Einstellen weiterer Einflußgrößen, zum Beispiel Stromanstieg, Pausenzeit, Zahl der Stromimpulse, Vor- und Nachhaltezeit und Werte des Strom-Kraft-Programmes.

Weitere Einstellparameter sind:

Geometrie der Buckel (Gleichmäßigkeit und Qualität), Anzahl der Buckel, Anordnung der Buckel, Auf- und Nachsetzverhalten und elektrisches Betriebsverhalten sowie Stromart und Stromform der Maschinen.

#### 3.5.1 Elektrodenkraft

Die Kontaktwiderstände und damit die Wärmeerzeugung können u. a. durch die Elektrodenkraft beim Buckelschweißen beeinflusst werden. Diese richtet sich nach der geometrischen Ausbildung der Buckel, der Werkstoffdicke und des -zustandes, der Oberfläche und der Anzahl der gleichzeitig zu schweißenden Buckel. Eine zu große Elektrodenkraft oder ein hartes Aufsetzen der Elektroden kann eine unzulässige Rückverformung der Buckel vor Einsetzen des Schweißstromes bewirken.

#### 3.5.2 Schweißstrom

Der Schweißstrom ist die wichtigste Größe für die Entstehung der Schweißverbindung. Da die Wärmeerzeugung quadratisch von der Stromstärke abhängt, machen sich Schwankungen des Stromes sehr deutlich bemerkbar. Als Stromstärke gilt der elektrische Effektivwert des Schweißstromes. Er ist in Abhängigkeit