

Ersatz für Ausgabe Februar 1996

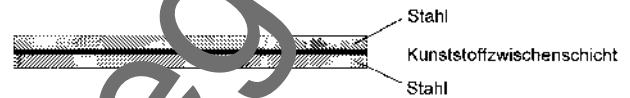
**Inhalt:**

- 1 Geltungsbereich
- 2 Allgemeine Werkstoffhinweise
- 3 Schweißbeugung
- 4 Punktschweißen
  - 4.1 Zweiseitiges Einpunktschweißen (Direktes Punktschweißen)
  - 4.2 Zweiseitiges Doppelpunktschweißen (Push-Pull-Schweißen)
  - 4.3 Einseitiges Doppelpunktschweißen (Indirektes Punktschweißen)
- 5 Buckelschweißen
  - 5.1 Geprägter Buckel
  - 5.2 Massive Buckel
- 6 Rollennahtschweißen
- 7 Arbeitsschutz
- 8 Schrifttum
  - 8.1 Normen
  - 8.2 DVS-Merkblätter
  - 8.3 Vorschriften
  - 8.4 Sonstige Veröffentlichungen

bereiche aufweisen und deren Einzeldeckbleche bis 1,5 mm dick sind. Die Summe der Einzelblechdicken kann z. B. max. 2,5 mm betragen. Die aufgeführten Hinweise schließen den heutigen Kenntnisstand der Verarbeitung körperschalldämpfender Stahl-Kunststoff-Stahl-Verbundwerkstoffe mittels 10 H-Widerstandsschweißen wider.

**2 Allgemeine Werkstoffhinweise**

Der Aufbau der Verbundbleche ist in Bild 1 dargestellt. Typisches Kennzeichen der Stahl-Kunststoff-Stahl-Verbundbleche ist die hohe Körperschalldämpfung. Je nach Zusammensetzung des Kunststoffes der Zwischenschicht ergeben sich unterschiedliche Temperaturanwendungsbereiche bzw. Verbundblechtypen, z. B. Typ I von 263 K bis 333 K (-10 bis +60°C) Typ II von 323 K bis 403 K (+50 bis +130°C).



Dicke der Kunststoffzwischenschicht  $t_k = 0,025$  bis  $0,05$  mm

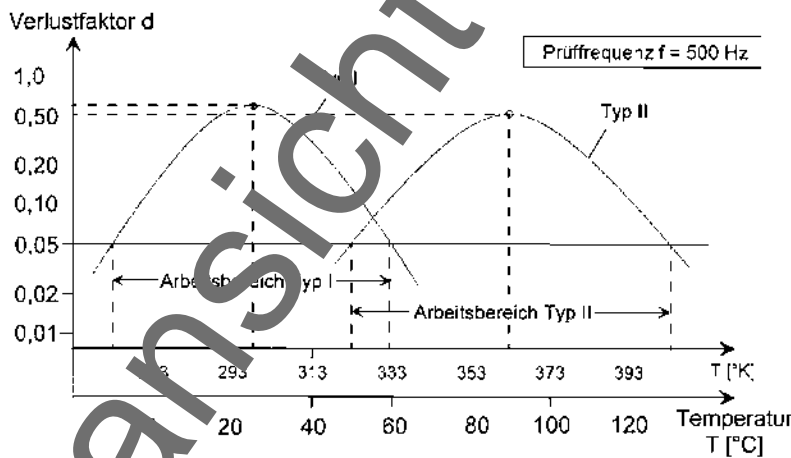
**Bild 1.** Aufbau eines körperschalldämpfenden Verbundbleches. [13]

Die Deckbleche bestehen in der Regel aus kaltgewalztem Feinblech in Dicken von 0,3 bis 1,5 mm ohne oder mit metallischem Überzug. Deckbleche aus anderen metallischen Werkstoffen sind auch möglich. Die Zwischenschicht besteht aus einem Kunststoff, der im jeweils vorgesehenen Temperaturanwendungsbereich visko-elastisch ist, d. h. optimale Dämpfungseigenschaften besitzt und in der Regel in einer Dicke bis 0,05 mm einbracht wird. Der Querschnittsaufbau der Verbundbleche kann sowohl symmetrisch als auch unsymmetrisch sein. Maßgebend für die Körperschalldämpfung ist die Biegewellendämpfung. Sie wird gekennzeichnet durch den „Verlustfaktor d“ (größter Wert = größte Dämpfung). Dieser kann im Biegeschwingsversuch nach DIN 53 442 gemessen werden und erweist sich als von der Temperatur, der Frequenz, dem gewählten Verbundblech-Typ und in geringem Maße von der Kunststoffzwischenschichtdicke abhängig. Bild 2 zeigt den typischen Verlauf der Kurven „Verlust-

Stahl-Kunststoff-Stahl-Verbundwerkstoffe [12] werden zur Körperschalldämpfung eingesetzt, d. h. überall dort, wo Konstruktionen aus Blechen unter Belastung zum Schwingen neigen. Bedingt durch den Sandwichaufbau sind beim Widerstandsschweißen einige Besonderheiten zu beachten, wobei je nach Art der Kunststoffzwischenschicht elektrisch isolierende Zwischenschichten gesondert betrachtet werden müssen. Das Merkblatt soll den Anwender über die Besonderheiten und Einschränkungen beim Widerstandsschweißen von Verbundwerkstoffen im Vergleich zu herkömmlichen Stahlfeinblechen (im folgenden „Vollbleche“ genannt) informieren und Empfehlungen für das Punkt-, Buckel- und Rollennahtschweißen geben. Es empfiehlt sich, auf den Anwendungsfall bezogene Versuche durchzuführen.

**1 Geltungsbereich**

Das Merkblatt gilt für Stahl-Kunststoff-Stahl-Verbundwerkstoffe (Verbundbleche), die unterschiedliche Temperaturanwendungs-



**Bild 2.** Verlustfaktoren von Verbundblechen. [12]

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

faktor  $d$  als Funktion der Temperatur  $T^m$  der Typen I und II für die Dickenkombination 0,50/0,05/0,50 mm und die Frequenz  $f = 500$  Hz. Als Arbeitsbereich für ein Verbundblech gilt jeweils derjenige Temperaturbereich, in welchem  $d > 0,05$  ist, z. B. liegt dieser beim Typ II ungefähr zwischen 323 K und 403 K (+50°C und 130°C).

### 3 Schweißung

Die Zwischenschicht der Verbundbleche kann aus *elektrisch nicht leitendem* Kunststoff oder aus einer Kunststoffschicht, die zur Erleichterung des Widerstandsschweißens mit *elektrisch leitenden* Metallpartikeln, z. B. Eisenphosphid, durchsetzt ist, bestehen. Beim Widerstandsschweißen solcher Bleche mit sich selbst oder mit kaltgewalzten Vollblechen sind, abhängig von der Leitfähigkeit der Kunststoffzwischenschicht, bestimmte Randbedingungen einzuhalten.

Bei *elektrisch leitenden* Kunststoffzwischenschichten können die Schweißparameter vergleichbarer Vollbleche mit gleicher Gesamtdicke weitgehend übernommen werden. Um den erforderlichen Stromdurchgang bei den *elektrisch nicht leitenden* Schichten zu ermöglichen, muss der Kunststoff im Bereich der Schweißstelle verdrängt werden. Dies erfolgt beim zweiseitigen Widerstandsschweißen für den ersten Schweißpunkt durch eine zusätzliche elektrisch leitende Verbindung (Strombrücke) zwischen den beiden Deckblechen des Verbundwerkstoffes. Bei den Folgepunkten wirken die bereits geschweißten Punkte als Strombrücke. Durch die beim Stromfluss über diesen Nebenschluss erzeugte Wärme wird die Kunststoffzwischenschicht erweicht und im Elektrodenbereich durch die Wirkung der Elektrodenkraft verdrängt. Je nach Art und Dicke der Kunststoffzwischenschicht sowie dem Abstand der Strombrücke sind unterschiedlich lange Verdrängungszeiten erforderlich. Einfluss auf die Kunststoffverdrängungszeit haben ebenfalls die Faktoren Schweißstrom, Sekundärspannung, Elektrodenkraft und Elektrodenarbeitsflächengeometrie.

### 4 Punktschweißen

Das Punktschweißen von Verbundblechen kann mit den üblichen Punktschweißeinrichtungen erfolgen. Es werden die gleichen Elektroden wie zum Punktschweißen entsprechender Vollbleche empfohlen. Ausreichende Elektrodenkühlung ist insbesondere im Hinblick auf etwas längere Schweißzeiten bei *elektrisch nicht leitenden* Zwischenschichten wichtig. Der Schweißstrom und die Elektrodenkraft brauchen gegenüber Vollblechen gleicher Dicke nicht verändert zu werden. Bei *elektrisch leitfähiger* Zwischenschicht sind für die Werkstoffkombinationen Verbundblech/Verbundblech oder Verbundblech/Verbundblech gleiche oder kürzere Schweißzeiten als bei Vollblechschweißungen möglich (Bild 3). Bei Verbundblechen mit *elektrisch nicht leitenden* Zwischenschichten muss die Schweißzeit gegenüber Vollblechen um 2 bis 3 Perioden verlängert werden, da die ersten 2 bis 3 Perioden zu Beginn des Prozesses benötigt werden, um die Zwischenschicht aus dem Schweißbereich zu verdrängen. Der Schweißprozess lässt sich in zwei Phasen gliedern [13]. In Bild 4 ist der typische zeitliche Verlauf des Schweißstromes einer Vollblech-Verbundblech-Schweißung mit Wechselstrom dargestellt. Charakteristisch für die erste Phase, die Kunststoffverdrängungszeit  $t_{KV}$ , ist eine geringe Stromstärke als Folge des hohen Widerstandes des Nebenschlusspfades, hier beispielsweise etwa 3,5 Perioden. In der zweiten Phase, nach Verdrängen des Kunststoffes, fließt der eingestellte Schweißstrom und schweißt die zu fügenden Bleche. Der in der ersten Phase fließende Strom trägt hauptsächlich zur Erwärmung und ist wesentlich zur eigentlichen Schweißung bei. Trotzdem wird im Folgenden mit dem Begriff Schweißzeit jeweils die gesamte eingestellte Stromzeit bezeichnet.

Bei Verwendung des Verbundblechtyps II mit *elektrisch nicht leitender* Zwischenschicht in einer Schichtdicke von 0,05 mm sollte der Abstand der Strombrücke von der Schweißstelle 80 mm nicht überschritten. Für den Typ I und *elektrisch nicht leitender* Zwischenschicht liegt dieser Abstand bei rd. 100 mm. Die Zeiten für die Kunststoffverdrängung liegen bei Einhaltung dieser Maximalabstände und geeigneten Schweißparametern zwischen 2 und 3

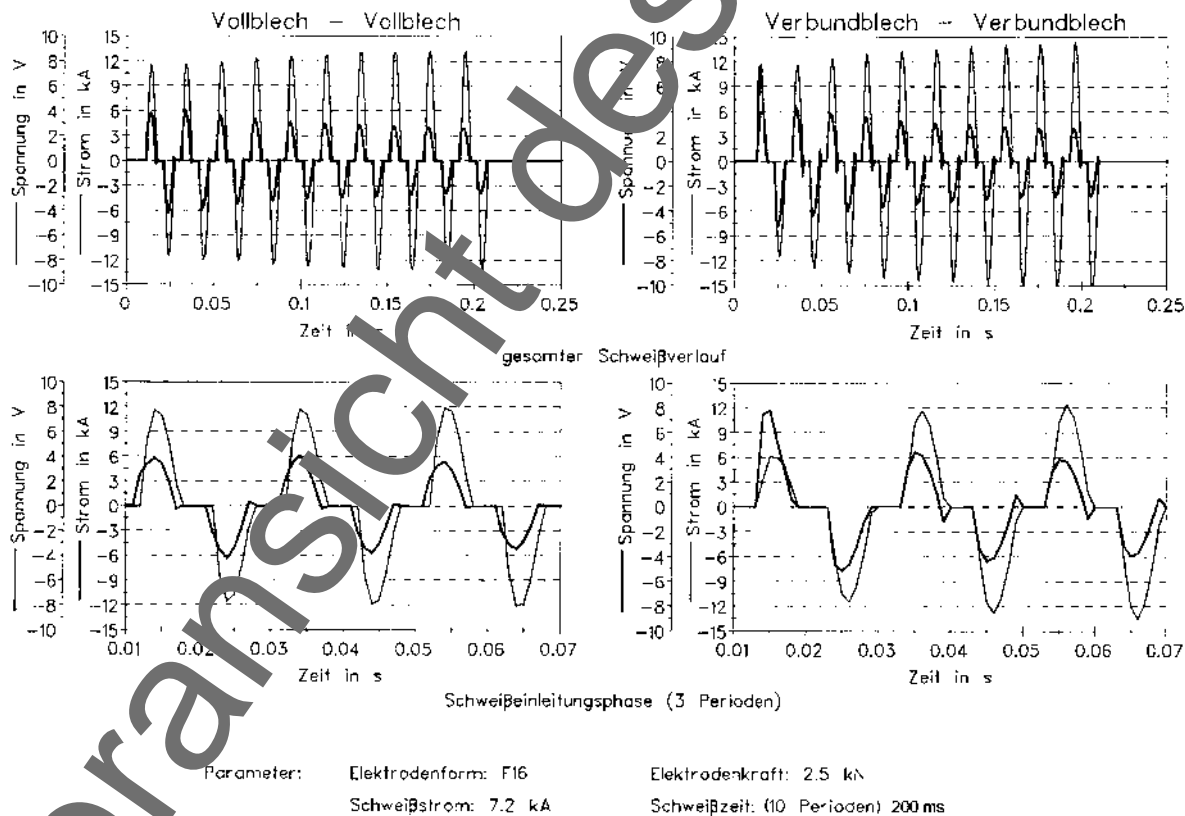


Bild 3. Zeitlicher Verlauf von Strom und Spannung beim Punktschweißen von Vollblech oder Verbundblech.