

Ersetzt Ausgabe September 2001

**Inhalt:**

- 1 Einführung
- 2 Geltungsbereich
- 3 Allgemeine Werkstoffhinweise
  - 3.1 Feueraluminiertes Stahlblech
  - 3.2 Aluminiumwalzplattiertes Stahlband
- 4 Schweißeinrichtungen
- 5 Einfluss des Aluminiumüberzuges
- 6 Widerstandspunktschweißen
  - 6.1 Elektroden
  - 6.2 Elektrodenkühlung
  - 6.3 Schweißparameter
- 7 Buckelschweißen
  - 7.1 Buckelschweißeinrichtungen
  - 7.2 Elektroden
  - 7.3 Schweißparameter
  - 7.4 Buckelform
- 8 Rollennahtschweißen
  - 8.1 Elektroden
  - 8.2 Elektrodenbearbeitung
  - 8.3 Schweißparameter
- 9 Sonderschweißverfahren
- 10 Qualitätssicherung
- 11 Arbeitsschutz
- 12 Schrifttum

**1 Einführung**

Stahlbleche und -bänder mit Aluminiumüberzügen sind kaltgewalzte, unlegierte Trägerwerkstoffe, die im Schmelztauchverfahren mit Aluminium überzogen oder durch Aufwalzen dünner Aluminiumfolien hergestellt werden. Die besonderen Merkmale sind verbesserte Korrosions- und Zunderbeständigkeit durch die metallische Überzüge.

**2 Geltungsbereich**

Das vorliegende Merkblatt beschreibt geeignete Bedingungen für das Widerstandspunkt-, Buckel- und Rollennahtschweißen von kontinuierlich feueraluminiertem Flachzeug des Typs 1 (siehe Abschnitt 3.1) und aluminiumwalzplattierten Stahlblechen und -bändern bis zu einer Einzelblechdicke von 2,0 mm. Dieses Merkblatt gilt nicht für kontinuierlich feueraluminiertes Flachzeug mit Überzügen aus reinem Aluminium (Typ 2). Ebenso werden im vorliegenden Merkblatt keine Überzüge behandelt, die einer zusätzlichen Glühung unterzogen wurden (z. B. pressgehärtete Stähle mit AS-Überzug).

**3 Allgemeine Werkstoffhinweise**

Stahlbleche mit Aluminiumüberzügen vereinigen weitgehend die vorteilhaften Eigenschaften des Stahles mit denen des Aluminiums (Tabelle 1). Sie zeichnen sich durch gute Korrosions- und Zunderbeständigkeit, gute Wärmeleitfähigkeit, ein hohes Wärmereflexionsvermögen sowie eine dekorative Oberfläche aus.

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.

Tabelle 1. Typische Eigenschaften von Aluminium und Stahl.

Werkstoff		Aluminium <sup>1)</sup>	Stahl <sup>2)</sup>
elektrische Leitfähigkeit <sup>3)</sup>	[10 <sup>6</sup> ] S/m	37,6	7,2
Wärmeleitfähigkeit <sup>3)</sup>	W/mK	237	55
Schmelztemperatur	K	933	1783
Siedetemperatur	K	2730	2773
spezifische Wärme <sup>3)</sup>	kJ/kg K	0,92	0,49
Schmelzwärme	J/kg	0,390	0,255
0°C = 273 K			

1) für Aluminium mit einem Reinheitsgrad von ≥ 99,99%  
2) für Stahl mit 0,1% C  
3) bei RT

Grundwertstoffe für feueraluminierte Stähle sind Feinbleche aus weichen unlegierten Stählen entsprechend DIN EN 10346 [1] und allgemeine Rüststähle. Für walzplattierte Stahlbänder sind es Kaltbleche aus weichen unlegierten Stählen nach DIN EN 10139 [2].

**3.1 Feueraluminiertes Stahlblech**

Als feueraluminieren bezeichnet man grundsätzlich das kontinuierliche Aufbringen eines metallischen Überzuges durch Eintauchen entsprechend vorbereiteter Stahlbänder in eine Schmelze aus Aluminium oder aus einer Aluminium-Silizium-Legierung. Feueraluminiertes Stahlblech vom Typ 1 wird durch Eintauchen in eine Aluminium-Silizium-Legierung hergestellt. In dieser Legierung liegt der Siliziumgehalt zwischen 5 und 11% und dient zur Verbesserung des Umformverhaltens des Überzuges. Feueraluminiertes Stahlblech wird vorzugsweise für Verwendungszwecke eingesetzt, bei denen Hitzebeständigkeit und Korrosionswiderstand der Erzeugnisse im Vordergrund stehen. Feueraluminiertes Stahlblech kann in verschiedenen Sorten, unterschiedlichen Oberflächenarten und mit unterschiedlich dicken Aluminiumauflagen bezogen werden. Die Aluminiumauflagen werden in g/m<sup>2</sup> zweiseitig angegeben. Die üblichen Auflagen betragen 60 bis 150 g/m<sup>2</sup> (Tabelle 2).

Tabelle 2. Auflagegewichte.

Auflage	Auflagegewicht in g/m <sup>2</sup> , zweiseitig <sup>1)</sup> min.	
	Dreiflächenprobe	Einzelflächenprobe
060	60	45
080	80	60
100	100	75
120	120	90
150	150	115

1) Einem Auflagegewicht von 100 g/m<sup>2</sup> (zweiseitig) entspricht eine Schichtdicke von etwa 17 µm je Seite.

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

### 3.2 Aluminiumwalzplattiertes Stahlband

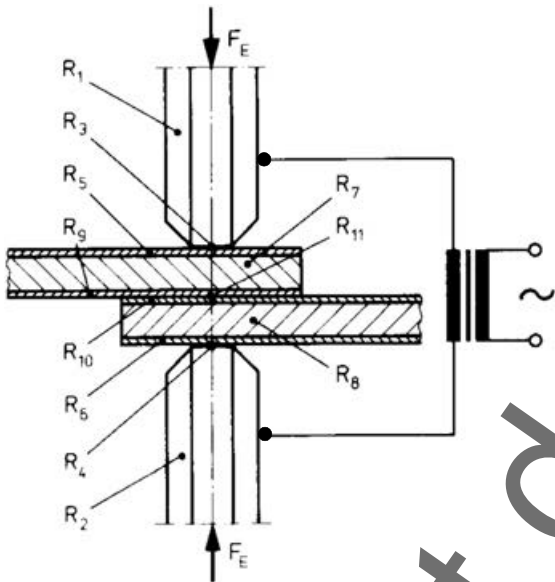
Beim Walzplattieren werden Aluminiumfolien, die im Allgemeinen etwa 1% Si enthalten, beidseitig durch Kaltwalzen unter hohem Druck untrennbar mit dem Stahlband verbunden. Der Werkstoff wird anschließend rekristallisierend gegläht. Die Dicke der Plattierschicht je Seite wird üblicherweise in Vol.-% der Gesamtdicke des Verbundwerkstoffes angegeben und beträgt im Allgemeinen 1,25 bis 5% (etwa 10 bis 60  $\mu\text{m}$  je Seite).

### 4 Schweißeinrichtungen

Das Schweißen von Stahlblechen mit Aluminiumüberzügen kann auf üblichen Schweißeinrichtungen erfolgen (Merkblatt DVS 2907 [3]). Im Vergleich zu Stahlblechen ohne metallischen Überzug sind höhere Schweißströme (20 bis 50%) erforderlich. Ein gutes Nachsetzverhalten der Elektrodenkrafteinheit ist besonders wichtig.

### 5 Einfluss des Aluminiumüberzuges

Die Frage der Wärmeerzeugung steht mit den elektrischen Widerständen nach Bild 1 in engem Zusammenhang. Sie werden beeinflusst durch die Elektrodenform, die Schweißparameter und den zu schweißenden Werkstoff.



Stoffwiderstände:

- $R_{1,2}$  Widerstand des Elektrodenwerkstoffes
- $R_{5,6,9,10}$  Widerstand des Aluminiumüberzuges
- $R_{7,8}$  Widerstand des Stahlbleches (Grundwerkstoff)

Kontaktwiderstände:

- $R_{3,4}$  zwischen Elektrode und Aluminiumüberzug
- $R_{11}$  zwischen den Aluminiumüberzügen

$F_E$  Elektrodenkraft

**Bild 1.** Teilwiderstände beim Widerstandspunkt-, Buckel- und Rollnahtschweißen.

Verfahrensbedingt sind die im Schmelztauchverfahren aufgebrauchten Aluminiumüberzüge innerhalb der genormten Toleranzen gewissen Schichtdickenschwankungen unterworfen. Es ist jedoch grundsätzlich möglich, bei aluminieren Blechen die gleiche Schweißpunktqualität wie bei unbeschichteten Blechen zu erreichen. Die Porosität und der Punktdurchmesser schwanken jedoch stärker.

Im Gegensatz zu Aluminiumwerkstoffen ist bei Stahlblechen mit Aluminiumüberzügen keine aufwendige Vorbereitung der Oberflächen erforderlich, eine sorgfältige Entfettung ist jedoch zweckmäßig.

Durch das Eintauchen der Schweißelektroden in den Aluminiumüberzug vergrößern sich die Kontaktflächen zwischen Elektrode und Blech/Blech. Zunehmende Überzugsdicke verstärkt diesen Effekt. Die Stromdichte nimmt hierdurch ab, sodass zum Ausgleich der Schweißstrom erhöht werden muss. Das Widerstandsschweißen von Stahlblechen mit Aluminiumüberzügen bewirkt eine Fremdschichtbildung an der Elektrodenkontaktfläche. Die Fremdschicht besteht aus Legierungen von Elektroden- und Fügeblechwerkstoff mit eingelagerten Verunreinigungen. Die Widerstandszunahme infolge dieser Fremdschichtbildung und die erforderliche Schweißstromerhöhung bewirken ein verstärktes Erwärmen der Elektrodenkontaktflächen. Die hierdurch mögliche Deformation der Elektrode führt zu einer verminderten Stromdichte. Durch Nacharbeit der Elektrodenform, die das heißt konstante Elektrodenkontaktflächen bzw. periodische Stromerhöhung, kann die abnehmende Stromdichte ausgeglichen werden. Die Fremdschicht reduziert die Standmenge der Elektroden. Durch geeignete Schweißparameter und intensives Kühlen der Elektroden mit Wasser kann die Fremdschichtbildung vermindert werden. Beim Widerstandspunkt- und Rollnahtschweißen wird durch Beschädigung des Aluminiumüberzuges der Korrosionsschutz an der Oberfläche der Schweißung beeinträchtigt. Beim Buckelschweißen bleibt der Korrosionsschutz durch großflächige Stromeinleitung weitgehend erhalten.

Beim Widerstandsschweißen gelangen die sich zwischen den zu verschweißenden Blechen befindlichen Aluminiumüberzüge teilweise in die flüssigen Schweißlinsen. Insbesondere bei dickeren Aluminiumüberzügen kann durch die hierdurch entstehende stärkere Ferritbildung das A-Verhalten der Schweißlinsen geändert werden.

### 6 Widerstandspunktschweißen

Das Punktschweißen von Stahlblechen mit Aluminiumüberzügen erfordert durch die verringerten Kontaktwiderstände und die stärkere Wärmeableitung eine Anpassung der Schweißparameter gegenüber den Einstellungen beim Schweißen von unbeschichtetem Halbband [4].

#### 6.1 Elektroden

In der Praxis haben sich Elektrodenwerkstoffe aus der Legierung Kupfer-Chrom-Zirkon nach DIN ISO 5182 [5] bewährt. Zapfenelektroden ermöglichen größere Standmengen gegenüber konischen oder kugeligen Elektrodenformen. Ballige Elektrodenarbeitsflächen sind planen Arbeitsflächen vorzuziehen. Die Radien der Elektroden werden bauteilspezifisch gewählt.

#### 6.2 Elektrodenkühlung

Eine intensive Kühlung der Elektroden erhöht die Elektrodenstandmenge. Voraussetzungen für eine gute Elektrodenkühlung sind:

1. direkt gekühlte Elektroden,
2. ein Maximalabstand des Kühlwasserrohres zum Bohrungsgrund (Merkblatt DVS 2903 [6]),
3. eine ausreichende Kühlwassermenge (4 l/min je Elektrode sollten nicht unterschritten werden),
4. eine Eingangskühlwassertemperatur, die nicht 293 K (20°C) überschreiten sollte.

#### 6.3 Schweißparameter

Die Qualität der Schweißverbindung ist entscheidend durch die Wahl geeigneter Schweißparameter zu beeinflussen. Die Einstellbereiche sind erfahrungsgemäß enger als bei unbeschichteten Stahlblechen. In Tabelle 3 sind mögliche Einstellwerte für das Punktschweißen mit Zapfenelektrode aufgeführt. Abhängig von den Eigenschaften der Schweißeinrichtung und der Bauteilgenauigkeit sind die Einstellwerte anzupassen.