

Ersetzt Ausgabe Mai 1991

**Inhalt:**

- 1 Einleitung
- 2 Stähle
  - 2.1 Nichtrostende austenitische Stähle
  - 2.2 Ferritische Stähle
- 3 Schweißzusätze
  - 3.1 Auswahlkriterien
  - 3.2 Draht-Pulver-Kombinationen
  - 3.3 Drahtelektroden und Schweißpulver
- 4 Schweißverbindungen
  - 4.1 Vergleich der Aufmischung beim Schweißen
  - 4.2 Berechnung der Aufmischung
  - 4.3 Beispiele, dargestellt im Schaeffler-Diagramm
- 5 Schrifttum

**1 Einleitung**

Dieses Merkblatt gibt Hinweise für das Unterpulver-Verbindungsschweißen gängiger, nicht artgleicher Werkstoffkombinationen aus austenitischen mit ferritischen Stählen, auch als Schwarz-Weiß-Verbindung bezeichnet. Es soll dem Anwender als Leitfaden dienen.

Im Wesentlichen werden in diesem Merkblatt neben den Werkstoffkombinationen folgende Einflussgrößen angesprochen:

- Wanddicke
- Nahtaufbau
- Betriebstemperatur
- Wärmenachbehandlung
- Zusatzwerkstoff
- Schweißpulver
- Aufmischung
- Korrosion, falls der Nahtbereich Korrosionseinflüssen ausgesetzt ist.

Grundsätzliche Einflussfaktoren wie

- Schweißverfahren
- Schweißparameter
- Nahtformen
- Drahtelektroden Durchmesser

- Wärmeeinbringen

werden in diesem Merkblatt nicht behandelt, da diese als bekannt vorausgesetzt werden. Einzelheiten sind ausführlich in der Fachliteratur [1; 2] beschrieben.

**2 Stähle**

**2.1 Nichtrostende austenitische Stähle**

- Nichtrostende austenitische Stähle nach DIN EN 10088, DIN EN 10283, SEW 400, SEW 410, SEW 595, SEW 640
- Kaltzähe austenitische Stähle nach SEW 685
- Hochwärmefeste austenitische Stähle nach DIN EN 10028-7
- Hitzebeständige austenitische Stähle nach SEW 470

**2.2 Ferritische Stähle**

wie in der Normen DIN EN 10025, 10028, 10207, 10208, 10216, 10217, 10254, 10273, 10293 beschrieben.

**3 Schweißzusätze**

**3.1 Auswahlkriterien**

Die Auswahl der Draht-Pulver-Kombination ist in Abhängigkeit von Grundwerkstoffkombination, Wanddicke, Betriebstemperatur und Wärmenachbehandlung zu treffen, Tabelle 1.

Bei abnahmepflichtigen Bauteilen sind zusätzlich die Vorgaben der technischen Regelwerke zu berücksichtigen.

**3.2 Draht-Pulver-Kombination**

In der Praxis haben sich Draht-Pulver-Kombinationen bewährt, die im reinen Schweißgut (DIN EN 1597-1) folgende Legierungen bilden:

- A: Überlegiertes Schweißgut mit einem Delta-Ferrit-Anteil < 20%
- B: Überlegiertes Schweißgut mit einem Delta-Ferrit-Anteil ≥ 20%
- C: Vollaustenitisches, deltaferritfreies Schweißgut
- D: Nickel-Basis-Legierungen

Entsprechende Drahtelektroden siehe Tabelle 2.

Tabelle 1. Beanspruchungsgruppen

Beanspruchungsgruppe	Kennzeichen der Beanspruchung des Schweißgutes	Zu beachten sind
I	Betrieb bei T < 300°C, mechanische Beanspruchung, keine Wärmebehandlung	Martensitbildung (Härterisse), Primäraustenitische Erstarrung (Heißrisse), Zähigkeitsabfall
II	wie I, jedoch zusätzlich Korrosionsbeanspruchung und evtl. Wärmenachbehandlung	wie I, zusätzlich: Minderung der Korrosionsbeständigkeit, zu geringe Streckgrenze
III	wie I oder II, jedoch T > 300°C oder T < RT, Temperaturwechselbeanspruchung, Wärmenachbehandlung	wie I oder II, zusätzlich C-Diffusion, Spannungen aus unterschiedlichen Streckgrenzen, Warmfestigkeit, Wärmeausdehnungskoeffizient

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beurteilung 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 „Lichtbogenschweißen“

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

Tabelle 2. Schweißzusätze.

Unterpulver-Drahtelektroden			Legierung	Chemische Zusammensetzung Gew.-% <sup>1)</sup>									
Kurzname	Werkst.-Nr. (ehemals)	Norm		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Nb	Sonstige
S23 12 L	1.4332	DIN EN 12072	A	0,03	0,65	1,0-2,5	0,03	0,02	22,0-25,0	11,0-14,0	–	–	–
S20 10 3	1.4431	DIN EN 12072	A	0,12	1,0	1,0-2,5	0,03	0,02	18,0-21,0	8,0-12,0	1,5-3,5	–	–
S23 12 2 L	1.4459	DIN EN 12072	A	0,03	1,0	1,0-2,5	0,03	0,02	21,0-25,0	11,0-15,5	2,0-3,5	–	–
S29 9	1.4337	DIN EN 12072	B	0,15	1,0	1,0-2,5	0,03	0,02	28,0-32,0	8,0-12,0	–	–	–
S22 9 3 NL	≈1.4462	DIN EN 12072	B	0,03	1,0	2,5	0,03	0,02	21,0-24,0	7,0-10,0	2,5-4,0	–	N 0,10-0,20
S18 8 Mn	1.4370	DIN EN 12072	C	0,20	1,2	5,0-8,0	0,03	0,03	17,0-20,0	7,0-10,0	–	–	–
S20 16 3 Mn NL	1.4455	(DIN EN 12072)	C	0,03	1,0	5,0-9,0	0,03	0,02	19,0-22,0	15,0-18,0	5-4,5	–	N 0,10-0,20
S20 25 5 Cu L	1.4519	DIN EN 12072	C	0,03	1,0	1,0-5,0	0,03	0,02	19,0-22,0	24,0-27,0	4,0-6,0	–	Cu 1,0-2,0
S Ni 6082 (NiCr20Mn3Nb)	2.4806	DIN EN ISO 18274	D	0,1	0,5	2,5-3,5	0,02	0,015	18,0-22,0	mind. 5,0	–	2,0-3,0	Ti ≤ 0,7 Fe ≤ 3,0 Cu ≤ 0,5
S Ni 6625 (NiCr22Mo9Nb)	2.4831	DIN EN ISO 18274	D	0,1	0,5	0,5	0,02	0,015	20,0-23,0	mind. 5,0	8,0-10,0	3,0-4,2	Ti ≤ 0,4 Fe ≤ 5,0 Al ≤ 0,4 Cu ≤ 0,5

<sup>1)</sup> Einzelwerte in der Tabelle sind Höchstwerte

### 3.2.1 Vor- und Nachteile der Legierungen

- A: – Schweißgut mit höherer Heißrisssicherheit aufgrund primär-ferritischer Erstarrung
- bedingt wärmebehandlungsfähig, Versprödungsgefahr
  - eingeschränkte Anwendung bei höheren Temperaturen, Versprödungsgefahr und Kohlenstoff-Diffusion möglich
  - der Wärmeausdehnungskoeffizient ist wesentlich größer als bei ferritischen Stählen
  - Aufmischung muss gering gehalten werden
- B: – Schweißgut mit höherer Heißrisssicherheit aufgrund primär-ferritischer Erstarrung
- von einer Wärmenachbehandlung ist abzuraten, Versprödungsgefahr
  - eingeschränkte Anwendung bei höheren Temperaturen, Versprödungsgefahr und Kohlenstoff-Diffusion
  - der Wärmeausdehnungskoeffizient ist wesentlich größer als bei ferritischen Stählen
  - auch bei höheren Aufmischungen geeignet
- C: – Schweißgut erstarrt primär austenitisch
- bedingt wärmebehandlungsfähig, Kohlenstoff-Diffusion möglich
  - eingeschränkte Anwendung bei hohen Temperaturen, Kohlenstoff-Diffusion möglich
  - der Wärmeausdehnungskoeffizient ist wesentlich größer als bei ferritischen Stählen
  - auch bei höheren Aufmischungen geeignet
- D: – die Heißrisssicherheit hängt stark vom Wärmeeinbringen ab
- Wärmenachbehandlung ist möglich
  - nur geringe Kohlenstoff-Diffusion
  - die Anwendung bei hohen Temperaturen ist möglich
  - der Wärmeausdehnungskoeffizient ist ähnlich dem der ferritischen Stähle
  - die Aufmischung soll gering gehalten werden (max. 35%).

### 3.3 Drahtelektroden und Schweißpulver

#### 3.3.1 Drahtelektroden

Für das Unterpulver-Schweißen der Schwarz-Weiß-Verbindungen sind die Drahtelektroden in DIN EN 12072 und DIN EN ISO 18274 aufgeführt. In Tabelle 2 ist eine Auswahl der gängigen Typen dargestellt.

#### 3.3.2 Schweißpulver

Die Schweißpulver sind in DIN EN 760 erfasst. Für Schwarz-Weiß-Verbindungen sind Pulver der Klasse 2 zu berücksichtigen, bevorzugt die Typen CS, AB, FB und AF. Pulver gleicher Klassenzugehörigkeit können unterschiedliche Eigenschaften aufweisen.

Es werden sowohl Schmelzpulver als auch agglomerierte Schweißpulver angewendet, die sich jedoch unterscheiden im:

- Basizitätsgrad,
- mineralogischen Aufbau,
- Zu- und Abbrandverhalten,
- Korngrößenspektrum.

### 4 Schweißverbindung

Bei Schwarz-Weiß-Verbindungen wird die Schweißgutzusammensetzung durch die Aufmischung mit den beiden unterschiedlichen Grundwerkstoffen wesentlich stärker beeinflusst als bei artgleichen Verbindungen und ist von Raupe zu Raupe unterschiedlich.

Damit werden die mechanisch-technologischen Eigenschaften des Schweißgutes verändert.

Die chemische Zusammensetzung des Schweißgutes wird zusätzlich mitbestimmt durch die

- Grundwerkstoffe,
- Drahtelektroden,
- Schweißpulver,
- Schweißtechnologie.