

Ersetzt Ausgabe Juni 1988

Das Merkblatt kann keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, es enthält die zur Zeit des Ausgabedatums zur Verfügung stehenden Daten. Die Ersteller sind sehr an Kommentaren und Ergänzungen aus dem Anwenderkreis interessiert und werden diese bei der nächsten Überarbeitung berücksichtigen.

Inhalt:

- 1 Allgemeines
- 2 Begriff der Schweißseignung
- 3 Hinweise für die Elektronenstrahl-Schweißseignung
- 4 Unterteilung der Elektronenstrahl-Schweißseignung
- 5 Elektronenstrahl-Schweißseignung verschiedener Werkstoffgruppen
- 6 Schrifttum

1 Allgemeines

Die Eignung eines Werkstoffs zum Schweißen kann durch Werkstoffkennwerte allein nicht beurteilt werden und ist in vielen Fällen durch Schweißversuche zu ermitteln. Das gilt insbesondere für die Elektronenstrahl-Schweißseignung, da eine Reihe von Werkstoffen bekannt sind, die zwar für andere Schweißverfahren nicht geeignet sind, sich aber mit dem Elektronenstrahl schweißen lassen. Darüber hinaus bereitet es Schwierigkeiten, die Schweißseignung eindeutig, zum Beispiel in Form einer Ja/Nein-Aussage, zu formulieren. Wie in DIN-Fachbericht ISO/TR 581 bereits für andere Schweißverfahren erwähnt, ist die Eignung eines Werkstoffs für das Elektronenstrahlschweißen auch vom verfahrens- und gerätetechnischen Aufwand (beispielsweise Art, Anzahl und Einstellbarkeit von Schweißparametern) abhängig. Im vorliegenden Merkblatt wird deshalb die Schweißseignung im Verhältnis zum Aufwand für verschiedene Werkstoffe beschrieben und in drei Stufen unterteilt.

2 Begriff der Schweißseignung

Die Schweißseignung ist in erster Linie eine Werkstoffeigenschaft. Sie allein bestimmt deshalb noch nicht die Schweißbarkeit des Bauteils. Nach DIN-Fachbericht ISO/TR 581 sind neben der Schweißseignung auch die Schweißsicherheit mit der Konstruktion und die Schweißmöglichkeit der Fertigung für die Schweißbarkeit maßgebend.

3 Hinweise für die Elektronenstrahl-Schweißseignung

Der schnelle Wärmezug bei dem Elektronenstrahlschweißen wirkt sich in den meisten Fällen günstig auf die Schweißseignung aus. Bei den vergütbaren Stählen ist in Abhängigkeit vom C-Gehalt eine

Neigung zum Aufhärten zu berücksichtigen, die aber wegen der begrenzten Ausdehnung der Schmelz- und Wärmeeinflusszonen einen wesentlich geringeren Einfluss auf die Schweißseignung hat als bei Anwendung anderer Schweißverfahren.

Dagegen können verschiedene Maßnahmen bei der Werkstofferschmelzung bzw. Werkstoffzusammensetzung die Elektronenstrahl-Schweißseignung entscheidend verbessern. Dazu gehören für eine Reihe von hochlegierten Stählen ein Erschmelzen im Vakuum sowie eine Begrenzung der Stabilisierungselemente Nb und Ti, nicht nur auf die bekannten Mindestwerte, sondern auch auf bestimmte Höchstwerte. Für unlegierte und niedriglegierte Stähle sind die Bauteilelemente P und S besonders niedrig zu halten. Genauere Angaben zu diesen Maßnahmen lassen sich zurzeit noch nicht allgemein verbindlich regeln, sie sind im Einzelfall gesondert anzusehen. In bestimmten Fällen ist der Einsatz von Zusatzwerkstoffen zu empfehlen.

Bei Randschweißungen, z. B. an Rohren, können im „slope out“-Bereich sogenannte „spikes“ auftreten. Der „slope out“-Bereich ist die Endschweißzone, in der nach einer 360°-Schweißung zur Vermeidung von Endkratern der zum Durchschweißen eingestellte Strahlstrom gegen Null gefahren wird. Spikes sind nadelförmige Materialtrennungen im Werkstoff am Fuß der Einschweißung. Werkstoffabhängig kann dieser Effekt entweder durch Änderung der Fokusslage, der Oszillationsamplitude oder der Schweißgeschwindigkeit minimiert oder gänzlich eliminiert werden.

4 Unterteilung der Elektronenstrahl-Schweißseignung

In den Tabellen 1 bis 7 (siehe Abschnitt 5) wird die Schweißseignung einzelner Werkstoffe je nach verfahrens- und gerätetechnischem Aufwand abgestuft:

- A** = ohne besondere Maßnahmen schweißgeeignet,
- B** = mit besonderen Maßnahmen schweißgeeignet
(Vor- und/oder Nachwärmen, Schweißzusatz oder Ähnliches),
- C** = begrenzt schweißgeeignet.

Weiterhin enthalten die Tabellen Hinweise, auf welchen Dickenbereich sich die Angabe der Schweißseignung bezieht. Werkstoff-Nummern in Klammern stimmen nicht genau mit der Bezeichnung überein.

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 „Strahlschweißen“

zurückgezogen

5 Elektronenstrahl-Schweißignung verschiedener Werkstoffgruppen

Tabelle 1. Elektronenstrahl-Schweißignung von Stählen.

DIN	Werkstoff-Nr.		Bezeichnung alt (DIN)	Bezeichnung (EN)	Schweißignung	erprobte Nahttiefe [mm]
		Werkstoff- Leistungsblätter				
1.0036			U-St 37-2	S235JRG1 (entfällt)	C	—
1.0038			R-St 37-2	S235JR	B	20
1.0044			R St 44-2	S275JR	B	20
1.0050			St 55-2	E295	B	1
1.0060			St 60-2	E335	B	10
1.0070			St 70-2	E360	B	10
1.0116			St 37-3	S235J2G3 (entfällt)	A	20
1.0144			St 44-3	S275J2G3 (entfällt)	A	20
1.0307			StE 210.7, L21 0	—	A	20
1.0338			St 14	DC04	A	6
1.0401			C 15	—	A	10
1.0402			C 22	C22	B	40
1.0460			C 22.8	C22G2	B	55
1.0449			Feinkornbaustahl TM	7	B	20
1.0526			C 45	C45 (1-0503)	B	5
1.0570			St 52-3	S355J2G3 (entfällt)	A	20
1.1141	1.1144		Ck 15	C15E	A	100
1.1170			28 Mn 6	28Mn6	A	14
1.1173			Ck 34	—	B	10
1.1181	1.1174		Ck 35	C35E	B	10
1.1191	1.1194		Ck 45	C45E	B	10
1.1221			Ck 60	C60E	B	25
1.2003			75 Cr 1	—	R	2
1.2067			100 Cr 6	102Cr6	B	1
1.2241			51 CrV 4	51CrMnV4	B	2
1.2713			55 NiCrMoV 6	55NiCrMoV7	B	2
1.3249			S2-9-2-8	—	A*)	12
1.3342			SC 6-5-2	HS6-5-2C	A*)	12
1.3343			S6-5-2	HS6-5-2	A*)	12
1.3355			S18-0-1	HS18-0-1	B	10
1.3505			100 Cr 6	100Cr6	B	1
1.3964			X 2 CrNi Mu Mo Nb 21-16-5-3	—	A	8
1.4003			X 2 CrNi 13	—	A	12
1.4006			X 10 Cr 13	X12Cr13	A	20
1.4008			X 12 Cr 14	GX8CrNi13	A	10
1.4016			X 18 Cr 17	X6Cr17	A	10
1.4021			X 20 Cr 13	X20Cr13	A	10
1.4057			X 12 CrNi 17	X17CrNi16-2	A	10
1.4106			X 10 CrMo 13	—	B	20
1.4122			X 35 CrMo 17	X39CrMo17-1	A	2,5
1.4301	1.4314		X 5 CrNi 18 10	X5CrNi18-10	A	50
1.4303			X 5 CrNi 18 12	X4CrNi18-12	A	5
1.4305			X 10 CrNi S 18 9	X8CrNiS18-9	B	5
(1.4310)	1.4309		X 12 CrNi 18 9	X10CrNi18-8	A	10
1.4313			X 5 CrNi 13 4	X3CrNiMo13-4	A	50
1.4316			X 2 CrNi 19 9	X2CrNi20 10 KE	A	35

Voransicht des Regelmerkes