

Empfehlungen für das Schweißen von Sicherheitsstählen



**ILSENBURGER
GROBBLECH**

Ein Unternehmen der Salzgitter Gruppe

Ausgabe: 04/2022

1. ALLGEMEINES

Ilseburger Grobblech stellt Grobbleche für den ballistischen Schutz mit dem Markennamen **SECURE** her. Diese Stähle werden vorwiegend für zivile Fahrzeuge und Gebäude eingesetzt. Die Beschusssicherheit und die hohe Härte von 400 bis 600 HB ergeben sich aus der besonderen chemischen Zusammensetzung in Verbindung mit einer abgestimmten Wärmebehandlung durch Wasservergütung. Infolge ihres Legierungsaufbaus und der hohen Härte sind bestimmte Maßnahmen zu berücksichtigen, um eine sichere schweißtechnische Verarbeitung zu gewährleisten.

Kohlenstoffäquivalente für Dicke bis 40 mm

Stahlsorte	CEV _{IIW} typisch	CET, typisch
SECURE 400	0,72 %	0,47 %
SECURE 450	0,74 %	0,42 %
SECURE 500	0,72 %	0,47 %
SECURE 600	0,80 %	0,55 %

Die Kaltrissempfindlichkeit eines Stahles lässt sich anhand seiner chemischen Zusammensetzung abschätzen. Dazu eignet sich in besonderem Maße das aus umfangreichen Kaltrissuntersuchungen abgeleitete Kohlenstoffäquivalent CET (DIN EN 1011-2).

Berechnung der Kohlenstoffäquivalente

IIW-Formel

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15}$$

CET-Konzept

$$CET = C + \frac{Mn + Mo}{10} + \frac{Cr + Cu}{20} + \frac{Ni}{40}$$

2. SCHWEISSNAHTVORBEREITUNG

Eine sorgfältige Nahtvorbereitung, d. h. gleichmäßige Luftspalte, Steghöhen und Nahtöffnungen, ist Voraussetzung für eine Verminderung der Eigenspannungen im Nahtbereich und führt so zu höherer Rissicherheit. Vor Beginn der Schweißarbeiten ist der

Nahtbereich zu säubern. Zunder, Rost oder Farbreste sind durch Bürsten oder Schleifen zu entfernen. Durch Trocknen oder Vorwärmen ist außerdem sicherzustellen, dass der Nahtbereich feuchtigkeitsfrei ist. Die Nahtflanken sollten durch Sichtkontrolle oder mittels Farbeindringverfahren auf Trennungen und sonstige beim Schweißen störende Fehler wie Schlackereiste überprüft werden.

3. SCHWEISSBEDINGUNGEN

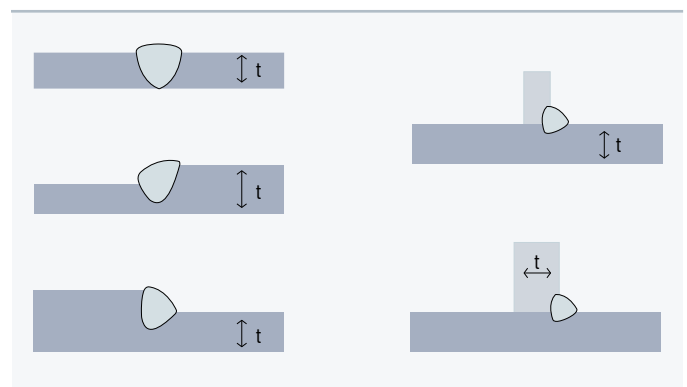
Beim Schweißen von Sicherheitsstählen sollten im Nahtbereich Abkühlzeiten $t_{8/15}$ zwischen 5 s und 20 s eingehalten werden. Diesen Abkühlzeiten sind unter Berücksichtigung der erforderlichen Vorwärmtemperatur geeignete Schweißbedingungen zuzuordnen.

Eine Verbindung mit anderen Stählen bereitet im Allgemeinen keine Probleme, wenn die Schweißbedingungen auf **SECURE** abgestimmt werden.

Für die schweißtechnische Fertigung sind Verfahren und Schweißzusätze zu wählen, die zu möglichst niedrigen Wasserstoffgehalten im Schweißgut führen, um Kaltrisse im Schweißnahtbereich zu vermeiden.

Die **SECURE**-Stähle werden bevorzugt mit austenitischen Schweißzusätzen verarbeitet. Dabei sollten die zu verbindenden Teile Raumtemperatur (mind. 15 °C) aufweisen. Bei Blechdicken über 25 mm empfiehlt sich auch beim Schweißen mit austenitischen Zusätzen mit Rücksicht auf die im Nahtbereich zu erwartenden Spannungen ein Vorwärmen auf 100 °C bis 150 °C.

Maßgebliche Blechdicke t für die Festlegung der Vorwärmtemperatur nach dem CET-Konzept



Wenn ferritische Zusätze eingesetzt werden, ist in jedem Fall ein ausreichendes Vorwärmen des Nahtbereichs erforderlich. Die Vorwärmung darf bis zur Fertigstellung der Schweißverbindung nicht unterschritten werden.

Ausgabe: 04/2022

Mit Rücksicht auf die mechanischen Eigenschaften des Grundwerkstoffs sollten Vorwärmtemperaturen und Zwischenlagentemperaturen über 200 °C beim Schweißen von Sicherheitsstählen vermieden werden.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die empfohlenen Vorwärmtemperaturen beim MAG-Schweißen von Sicherheitsstählen mit ferritischen Massivdrähten und einem Wärmeeinbringen von 1 kJ/mm in Abhängigkeit von der größten Einzelblechdicke im Nahtbereich.

Streckenenergie E [kJ/mm]

$$E = \frac{U \cdot I \cdot 60}{v \cdot 10000}$$

U = Schweißspannung [V]
I = Schweißstrom [A]
v = Schweißgeschwindigkeit [cm/min]

Wärmeeinbringen Q [kJ/mm]

$Q = 0,8 \cdot E$ MAG-Schweißen, Mischgas M21 / Lichtbogenschweißen, basisch

$Q = E$ Unterpulverschweißen

Für eine genauere Festlegung der im Einzelfall einzuhaltenden Vorwärmtemperatur ist die im Werkzeugnis für den Stahl ausgewiesene chemische Zusammensetzung maßgebend.

4. SCHWEISSZUSÄTZE

Beim Schweißen der Stähle **SECURE 400, 450, 500** und **600** haben sich folgende austenitische Schweißzusätze als geeignet erwiesen:

Austenitische Schweißzusätze

Schweißzusätze <i>Filler metal</i>	Lichtbogenhand- schweißen <i>Manual metal arc welding</i>	Metallschutzgas- schweißen <i>Gas metal arc welding</i>
Austenitische Schweißzusätze (Austenitic filler metal)	DIN EN ISO 3581-A • E 18 8 Mn B 2 2	DIN EN ISO 14343-A • G 18 8 Mn

Im Hinblick auf ein gutes Verformungsvermögen von ferritischen Schweißnähten ist ein unlegierter Schweißzusatz zu bevorzugen. Das gilt insbesondere beim Schweißen von **Heftnähten** dünner Bleche oder von **Kehlnähten**, weil hier das Schweißgut durch den höher legierten Grundwerkstoff aufgemischt wird. Beim Lichtbogenhandschweißen empfiehlt sich hier zum Beispiel die Stabelektrode nach DIN EN ISO 2560-A: E 42 5 B 32 H5, beim MAG-Schweißen hat sich die Drahtelektrode nach DIN EN ISO 14341-A: G3Si1 bewährt.

Vorwärmtemperaturen für das MAG-Schweißen mit ferritischen Schweißzusätzen

Wärmeeinbringen Q = 1,0 kJ/mm, Wasserstoffgehalt HD = 2 ml/100 g

Stahlsorte	Blechdicke t in mm						
	6-10	≤15	≤20	≤25	≤30	≤35	> 35
SECURE 400	125 °C	150 °C		175 °C		200 °C	austenitisch 100 - 150 °C
SECURE 450	75 °C	100 °C	125 °C				150 °C
SECURE 500	125 °C	150 °C		175 °C		200 °C	austenitisch 100 - 150 °C
SECURE 600	175 °C	200 °C	austenitische Schweißzusätze ohne				100 - 150 °C

Ausgabe: 04/2022

Wird in der Schweißverbindung eine höhere Festigkeit angestrebt, so ist ein abgestimmter Schweißzusatz zu verwenden. Beim Schweißen von **Stumpfnähten** und bei mehrlagigen Kehlnähten mit ferritischen Schweißzusätzen haben sich folgende Zusätze als geeignet erwiesen:

Ferritische Schweißzusätze


Schweißzusätze Filler metal	Lichtbogenhandschweißen Manual metal arc welding	Metallschutzgas- schweißen Gas metal arc welding
Ferritische Schweißzusätze (Ferritic filler metal)	DIN EN ISO 2560-A: • E 42 4 B 42 • E 42 5 B 32 H5 • E 46 5 1Ni B 3 2 H5 • E 50 6 Mn 1 Ni B 42 H5	DIN EN ISO 14341-A • G 3Si1 • G 38 2 C1 3Si1 • G42 3 M21 3Si1
	DIN EN ISO 18275-A • E 55 6 Mn1NiMo B T 42 H5	DIN EN ISO 16834-A • G Mn3Ni1Mo DIN EN ISO 17632-A • T 46 6 1Ni B M 2 H5
	• E 69 5 Mn2NiCrMo B 42 H5	DIN EN ISO 18276-A • T 69 6 Mn2NiCrMo B M 2 H5
	• E 89 4 Mn2Ni1CrMo B 42 H5	
	• E 89 4 Mn2Ni1CrMo B 42 H5	

5. SONSTIGE HINWEISE

In vielen Anwendungen hat sich gezeigt, dass das Schweißen der Sicherheitsstähle der **SECURE**-Reihe beherrscht wird. Abschließend einige praxisbezogene Empfehlungen, die sich bei der sachgerechten schweißtechnischen Verarbeitung bewährt haben.

- Bei Kehlnähten und hohen Anforderungen an die Qualität der Verbindungen empfiehlt es sich, die Farbschicht geprimierter Bleche im Schweißnahtbereich zu entfernen.
- Bei Heftschweißungen sollte die Heftlänge mindestens 50 mm betragen. Bei Blechdicken von mehr als 20 mm empfiehlt es sich, die Heftschweißungen zweilagig auszuführen.
- Wurzelraupen sollten vor dem Gegenschweißen beschliffen und wenn eine Zwischenabkühlung der Schweißnaht erfolgt ist, vor Wiederaufnahme der Schweißarbeiten auf Rissfreiheit geprüft werden.
- Bei der Decklagenschweißung ist es vorteilhaft, die Schweißfolge so zu wählen, dass die letzte Raupe den Grundwerkstoff nicht berührt.

Im Interesse der Kaltrissicherheit ist darauf zu achten, dass der Wasserstoffgehalt des Schweißgutes möglichst niedrig ist. Die Schweißzusätze müssen deshalb während des Transports und der Lagerung gegen Feuchtigkeitsaufnahme geschützt werden. Stabelektroden und Schweißpulver sind unmittelbar vor Gebrauch nach den Vorschriften des Herstellers rückzutrocknen. Anschließend lagert man die Stabelektroden bis zum Verschweißen bei 100 °C bis 150 °C.



Ilseburger Grobblech GmbH
Veckenstedter Weg 10
38871 Ilseburg
Germany

T + 49 39452 85 - 0
F + 49 39452 85 - 81 61

ilseburger-grobblech.de



**ILSEBURGER
GROBBLECH**

Ein Unternehmen der Salzgitter Gruppe